



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

Luiz Filipe Maravilha Silva

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES DE SEMENTES E MUDAS
EM MATRIZES DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less)

Diamantina, MG
2020

Luiz Filipe Maravilha Silva

**VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES DE SEMENTES E MUDAS
EM MATRIZES DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less)**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Miranda Titon

**Diamantina, MG
2020**

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586v

Silva, Luiz Filipe Maravilha

Variabilidade genética para caracteres de sementes e mudas em matrizes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less) / Luiz Filipe Maravilha Silva, 2020.

75 p.: il.

Orientadora: Miranda Titon

Dissertação (Mestrado– Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

1. Propagação sexuada. 2. Sementes florestais. 3. Melhoramento florestal. I. Titon, Miranda. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 634.9

Ficha Catalográfica – Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Viviane Pedrosa – CRB6/2641



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

LUIZ FILIPE MARAVILHA SILVA

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES DE SEMENTES E MUDAS EM MATRIZES DE CANDEIA (*Eremanthus incanus* (Less.) Less)

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, nível de Mestrado, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Miranda Titon

Data de aprovação: 30/07/2020

Profa. Dra. Miranda Titon - UFVJM

Profa. Dra. Natane Amaral Miranda - UFRRJ

Profa. Dra. Janaína Fernandes Gonçalves - UFVJM

Prof. Dr. José Sebastião Cunha Fernandes - UFVJM



Documento assinado eletronicamente por **Miranda Titon, Servidor**, em 01/08/2020, às 15:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Natane Amaral Miranda, Usuário Externo**, em 02/08/2020, às 11:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Janaína Fernandes Gonçalves, Coordenadora**, em 02/08/2020, às 13:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Sebastiao Cunha Fernandes, Servidor**, em 10/08/2020, às 08:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufvjm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0137822** e o código CRC **F584115C**.

*Dedico este trabalho ao meu irmão André, minha
grande fonte de inspiração na carreira acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre me iluminar e mostrar qual caminho seguir.

À minha mãe Maria Geralda, por ser meu porto seguro e demonstrar a cada dia o significado do amor incondicional.

Aos meus irmãos André, Thiago, Xande e Luizinho pelos laços eternos de amizade e carinho.

Ao Rafael, meu melhor amigo e meu grande amor. Obrigado por me incentivar a correr atrás dos meus sonhos, caminhar ao meu lado e fazer minha vida tão feliz. Te amo!

Aos meus amigos, que tornaram essa caminhada mais leve, em especial Vitória, por estar comigo desde o início. Tenho certeza de que nossa amizade é para sempre!

À professora Miranda Titon, pela orientação, confiança e respeito ao longo dessa etapa. Muito obrigado por agregar tantos conhecimentos e me acolher tão bem em sua vida.

Aos membros da banca examinadora, professores José S. Cunha, Janaína Gonçalves e Natane Amaral, por aceitarem fazer parte deste trabalho e contribuírem com seus conhecimentos.

Aos funcionários do DEF e CIPEF, pelos auxílios prestados, em especial ao Fábio, pela amizade e ajuda na instalação dos experimentos.

A todos do Laboratório de Melhoramento Florestal, pela convivência agradável, estímulo e força.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade de realizar o Mestrado e, também, por ser minha segunda casa desde 2013.

À Coordenação e aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pela presteza e por todo o aprendizado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que contribuíram para o êxito desse trabalho, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

A candeia, *Eremanthus incanus* (Less.) Less, é uma espécie florestal com potencial para recuperação de áreas degradadas e muito utilizada como lenha e moirões de cerca, devido ao alto poder energético e durabilidade natural de sua madeira. Embora apresente significativa importância socioeconômica, estudos envolvendo o seu melhoramento ainda são escassos. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho contribuir para o estabelecimento de um programa de melhoramento genético para a candeia na região de Diamantina/MG, por meio de estudos sobre a variabilidade genética de caracteres de sementes e mudas entre dez matrizes de polinização aberta. Para os experimentos de caracterização biométrica e germinação de sementes, os resultados evidenciaram efeitos significativos de matrizes sobre os caracteres avaliados. Verificou-se que o comprimento, a largura e o peso das sementes não se correlacionaram significativamente com a germinação, porém investigações futuras são necessárias para melhor compreensão e confirmação deste resultado. Para os experimentos realizados no viveiro, foram constatadas diferenças significativas entre as matrizes quanto à emergência, altura, diâmetro do coleto, peso de matéria seca (parte aérea, raiz e total) e índice de qualidade de Dickson, implicando na possibilidade de sucesso no processo de seleção. As estimativas de correlação entre as características em apreço e a taxa de emergência, embora não significativas, foram todas positivas, não havendo problemas nas respostas correlacionadas para a seleção de quaisquer destas características. A existência de correlações significativas e positivas, variando de moderadas a altas, entre as variáveis de crescimento e qualidade de mudas, evidencia a possibilidade de uma seleção indireta.

Palavras-chave: Propagação sexuada. Sementes florestais. Melhoramento florestal.

ABSTRACT

Candeia, *Eremanthus incanus* (Less.) Less, is a forest species with the potential to recover degraded areas and is widely used as firewood and fence posts, due to the high energetic power and natural durability of its wood. Although it has significant socioeconomic importance, studies involving its improvement are still scarce. In this sense, the objective of this work was to contribute to the establishment of a genetic improvement program for candeia in the region of Diamantina/MG, through studies on the genetic variability of seed and seedling characters among ten open pollination matrices. For biometric characterization and seed germination experiments, the results showed significant effects of matrices on the evaluated characters. It was found that the length, width and weight of the seeds did not correlate significantly with germination, however further investigations are necessary to better understand and confirm this result. For the experiments carried out in the nursery, significant differences were found between the matrices in terms of emergence, height, diameter of the collection, dry matter weight (aerial part, root and total) and Dickson's quality index, implying the possibility of success in the process of selection. The correlation estimates between the characteristics in question and the emergence rate, although not significant, were all positive, with no problems in the correlated responses for the selection of any of these characteristics. The existence of significant and positive correlations, ranging from moderate to high, between the variables of growth and quality of seedlings, shows the possibility of an indirect selection.

Keywords: Sexual propagation. Forest seeds. Forest breeding.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 A espécie <i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less	11
2.2 Legislação e manejo sustentável da candeia em Minas Gerais	13
2.3 Potencial econômico.....	14
2.4 Melhoramento genético da candeia	15
2.5 Variabilidade da germinação e caracteres de sementes e mudas.....	17
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 2 - BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MATRIZES DE	
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.....	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT	27
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	30
2.1 Definição da população de trabalho	30
2.2 Seleção das matrizes, coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes.....	30
2.3 Biometria de sementes.....	32
2.4 Germinação das sementes.....	33
2.5 Análise dos dados	34
3 RESULTADOS	35
3.1 Biometria de sementes.....	35
3.2 Germinação das sementes.....	37
3.3 Correlação entre as variáveis	39
4 DISCUSSÃO	39
5 CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 3 - EMERGÊNCIA, CRESCIMENTO INICIAL E QUALIDADE DE	
MUDAS DE MATRIZES DE <i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.....	47
RESUMO.....	47

ABSTRACT.....	49
1 INTRODUÇÃO.....	51
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1 Definição da população de trabalho.....	52
2.2 Seleção das matrizes, coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes.....	52
2.3 Emergência e sobrevivência de plântulas de <i>Eremanthus incanus</i> em casa de vegetação ...	54
2.4 Crescimento inicial e qualidade de mudas de <i>Eremanthus incanus</i>	55
2.5 Análise dos dados.....	57
3 RESULTADOS.....	58
3.1 Emergência e sobrevivência de plântulas de <i>Eremanthus incanus</i> em casa de vegetação ...	58
3.2 Crescimento inicial e qualidade de mudas de <i>Eremanthus incanus</i>	60
4 DISCUSSÃO.....	66
5 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	71
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 75

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na Cadeia do Espinhaço as coberturas vegetais predominantes são formações de cerrado, com vegetação arbustivo-arbórea que cresce sobre pedregulhos ou rochas, em solos rasos ou pedregosos de origem recente, ou ainda em depósitos arenosos (GIANOTTI *et al.*, 2013).

O município de Diamantina-MG, localizado no Espinhaço Meridional, é uma região com predominância de solos rochosos e arenosos (VIEIRA *et al.*, 2010). Dentre as espécies que formam sua paisagem, destaca-se a *Eremanthus incanus* (Less.) Less, uma árvore de significativa importância ecológica, econômica e social, conhecida localmente como candeia. Embora apresente relativa distribuição, principalmente no Estado de Minas Gerais, a exploração predatória desta espécie tem colocado em risco a sua base genética (OLIVEIRA *et al.*, 2011; JENNINGS *et al.*, 2001).

O gênero *Eremanthus* contempla diversas espécies de candeia, porém a maioria das pesquisas e estudos já publicados está relacionada à espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeisch. Desse modo, com o intuito de desenvolver a cadeia produtiva da *Eremanthus incanus* para a região do Vale do Jequitinhonha, propiciar a sua conservação e ao mesmo tempo incentivar os produtores rurais a investirem em plantações da espécie, estudos vêm sendo realizados por um grupo multidisciplinar de pesquisadores do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em uma área em recuperação na cidade de Diamantina.

Trabalhos de doutorado, mestrado, iniciação científica e conclusão de curso envolvendo a candeia já foram e estão sendo desenvolvidos. Além disso, vários artigos científicos já foram publicados. Tem-se estudado o potencial da espécie na recuperação de áreas degradadas (AMARAL *et al.*, 2013), dinâmica de crescimento e modelagem (SANTOS *et al.*, 2017; SANTOS, 2019), cultura de tecidos e aspectos genéticos (MIRANDA *et al.*, 2016; MIRANDA *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2019; GODINHO, 2019), padrão de distribuição espacial (MEIRA JUNIOR *et al.*, 2017), fitorremediação (ARAÚJO *et al.*, 2018) entre outros.

Ainda assim, existe carência de informações sobre vários aspectos que precisam ser investigadas, inclusive para que o melhoramento genético da candeia progrida a passos largos e se consolide. Nesta perspectiva, o objetivo geral deste trabalho foi contribuir para o

estabelecimento de um programa de melhoramento genético para a candeia na região de Diamantina/MG, por meio de estudos sobre a variabilidade genética de caracteres de sementes e mudas entre matrizes, com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES). Para que este objetivo fosse alcançado, a dissertação foi estruturada em três capítulos, de acordo com as normas de formatação da UFVJM.

No primeiro capítulo, buscou-se levantar o conhecimento disponível acerca da espécie *Eremanthus incanus* e deixar clara a necessidade de incluí-la em programas de melhoramento visando à obtenção de materiais genéticos mais produtivos.

No segundo capítulo, o objetivo foi estudar a biometria e germinação de sementes de matrizes de *Eremanthus incanus* em condições de laboratório, bem como estabelecer correlações entre as variáveis.

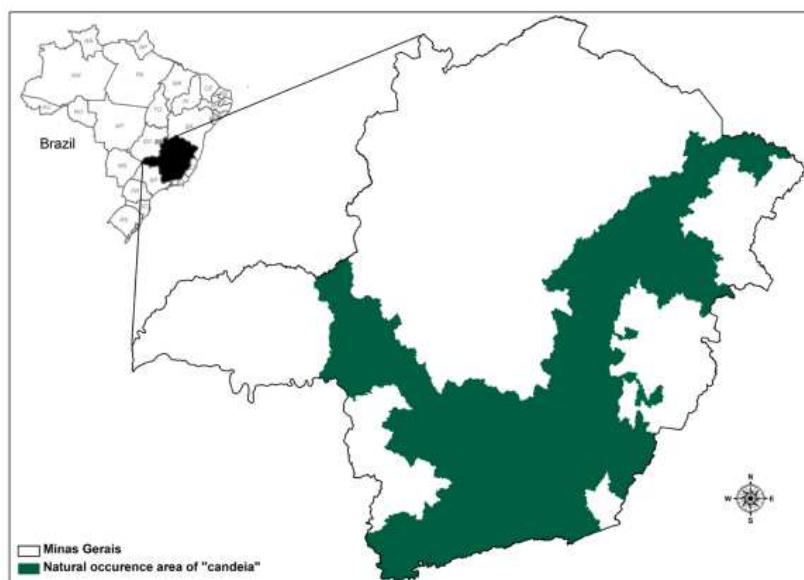
Por último, no terceiro capítulo, objetivou-se avaliar a emergência, o crescimento inicial em viveiro e a qualidade de mudas de diferentes matrizes de *Eremanthus incanus*, assim como verificar a existência e o grau de correlação entre as variáveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A espécie *Eremanthus incanus* (Less.) Less

O gênero *Eremanthus* pertence à família Asteraceae e engloba 22 espécies endêmicas do Cerrado e campos rupestres do Planalto Central Brasileiro, sendo duas delas de maior importância econômica e de maior ocorrência em Minas Gerais: *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeisch e *Eremanthus incanus* (Less.) Less (Figura 1). A estrutura das espécies desse gênero pode ser observada como arvoretas, árvores e raramente como arbustos (SCOLFORO *et al.*, 2012).

Figura 1- Mapa de distribuição do gênero *Eremanthus* no estado de Minas Gerais.



Fonte: ARAÚJO *et al.*, 2018.

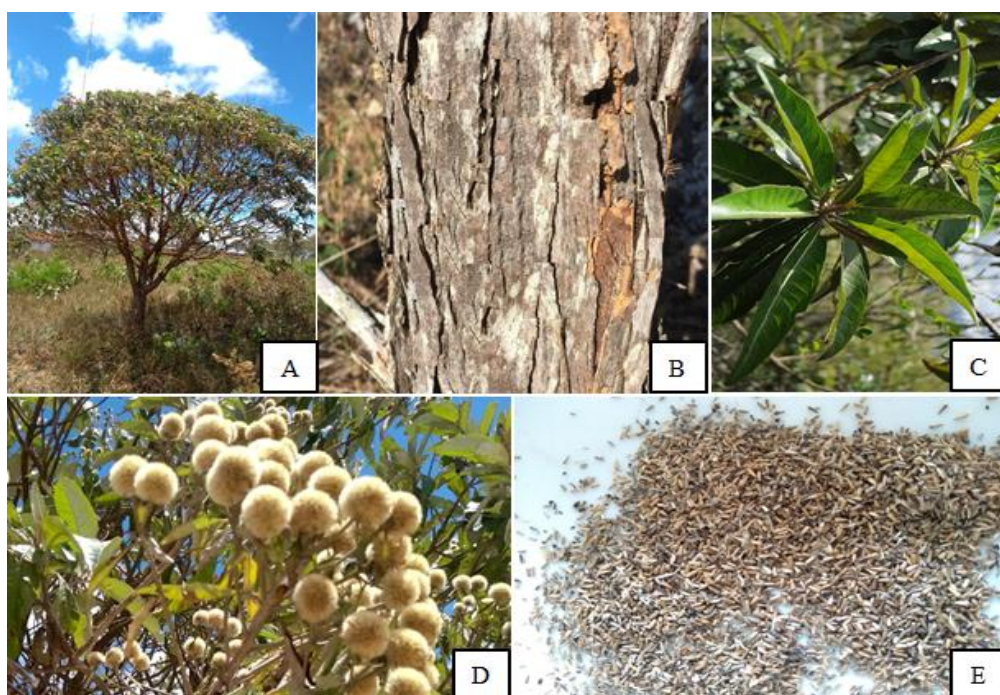
A espécie *Eremanthus incanus*, popularmente chamada de candeia, ocorre no Brasil e em alguns países da América do Sul, no nordeste da Argentina, norte e leste do Paraguai (CARVALHO, 1994). No Brasil, é encontrada nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e, de maneira abundante, em Minas Gerais, ocorrendo em áreas de alta altitude, variando entre 550 e 1700 m, no cerrado, na floresta secundária e raramente na caatinga e restinga (SCOLFORO *et al.*, 2012; LOEUILLE, 2015).

Durante um tempo, a candeia foi classificada como pertencente ao grupo ecológico das pioneiras ou secundárias iniciais (CARVALHO, 1994). Entretanto, estudos realizados com a espécie permitiram uma correção nessa classificação, pois, embora a candeia apresente características comuns às pioneiras, como alta produção de sementes, dispersão pelo

vento e alta taxa de regeneração natural, seu ciclo de vida é longo. Dessa forma, passou a ser classificada como espécie de ecótono, típica das áreas de transição entre as matas semidecíduais e os campos abertos ou de altitude (SCOLFORO *et al.*, 2012). Segundo Longhi *et al.* (2009), a espécie desenvolve-se rapidamente em campos abertos, formando povoamentos quase puros, e também no interior da floresta quando há alguma perturbação, pois sendo uma espécie heliófila, é favorecida pela entrada de luz.

A árvore de *Eremanthus incanus*, quando adulta, tem altura média entre 5 e 7 m e diâmetro médio variando de 10 a 12 cm, podendo atingir até 20 cm de acordo com alguns exemplares. Possui tronco marrom-cinza e casca grossa. As folhas são coriáceas, apresentam margens inteiras e forma variando de elíptica a oval, com base aguda e ápice tendendo ao obtuso. Apresenta inflorescência cimosa composta por 8 a 50 glomérulos, com 30 a 100 flores aglomeradas por cada glomérulo. As flores são monoclinas (ambos os sexos contidos no mesmo receptáculo floral), diclamídeas (possuem cálice e corola) e subsésseis (pedúnculo muito curto). Apresenta, ainda, corolas púrpuro-pálidas a brancas, com lóbulos pontiagudos. Os frutos são cipselas cilíndricas com grande produção de sementes de tamanho reduzido e sem dormência. A floração e a produção de frutos ocorrem de julho a outubro (FORESTO, 2008; SCOLFORO *et al.*, 2012). Algumas características da espécie são apresentadas na Figura 2.

Figura 2- Aspectos da *Eremanthus incanus*. A) Árvore adulta. B) Tronco. C) Folhas. D) Infrutescências. E) Sementes.



Fonte: O autor.

O interesse pela espécie está principalmente na madeira, tanto pela sua alta durabilidade natural, resistência e poder energético, quanto por se tratar da matéria prima de onde se extrai um óleo essencial, cujo princípio ativo é o alfabisabolol. Embora possua importantes propriedades medicinais e grandes aplicações na indústria de cosméticos e medicamentos, a produtividade desse óleo é pequena e de baixa qualidade em *Eremanthus incanus*. Por isso, a espécie tem sido utilizada principalmente para produção de moirões de cerca (SCOLFORO *et al.*, 2012).

Na maioria dos casos, para a obtenção desses produtos, é realizada a exploração predatória de candeais nativos que, na melhor das hipóteses, é amparada por planos de manejo (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Com isso, além da diminuição da base genética das populações, ocorre a redução na frequência de alelos favoráveis (JENNINGS *et al.*, 2001) e grande parte da população remanescente passa a ser constituída por indivíduos de qualidade inferior (MOURA, 2005). A alternativa que as empresas estão adotando é o plantio comercial de candeais, mas pouco se sabe sobre o seu cultivo e a maioria das informações, até então, vieram dos candeais nativos ou de experimentos em nível de laboratório e viveiro (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A espécie *Eremanthus incanus* também tem se mostrado promissora na recuperação de áreas degradadas (AMARAL *et al.*, 2013), visto que se desenvolve em solos rasos, pedregosos e de baixa fertilidade, apresentando grande capacidade de regeneração e elevada rusticidade (FERREIRA *et al.*, 2014). Essas características tornam a candeia uma alternativa interessante de cultivo em locais onde outra espécie florestal ou agrícola dificilmente cresceria, constituindo, portanto, uma fonte de renda para produtores que não têm muitas alternativas devido à baixa potencialidade da região. Porém, mesmo apresentando resistência natural às condições ambientais adversas, este fato não a exclui de se estabelecer em terrenos mais férteis, a fim de alcançar níveis adequados de crescimento e desenvolvimento, maximizando seu potencial restaurador e produtivo em sítios degradados (SILVA *et al.*, 2007).

2.2 Legislação e manejo sustentável da candeia em Minas Gerais

A espécie *Eremanthus incanus* destaca-se como passível de manejo em meio às espécies florestais brasileiras de múltiplo uso (FERREIRA *et al.*, 2014). Assim, estudos que contribuem para o manejo da candeia são fundamentais, uma vez que implantado de forma

correta, permite uma melhor manutenção da espécie (ARAÚJO *et al.*, 2014), para que as gerações futuras também usufruam desses recursos.

A criação da Portaria nº 01 de 5 de janeiro de 2007, que dispõe sobre as normas para elaboração e execução de um plano de manejo para produção sustentada da candeia em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2007), representou um marco no Estado, uma vez que possibilitou aos pequenos e médios produtores rurais usufruir legalmente das áreas com candeia, gerando maior retorno econômico e avanço social, além de incentivar a preservação e conservação ambiental. No entanto, em 18 de julho de 2012, esta portaria foi revogada pela Portaria nº 99 do Instituto Estadual de Florestas (IEF) com a justificativa de que algumas premissas para o manejo desta espécie precisavam ser melhoradas (ARAÚJO *et al.*, 2018).

Dessa forma, o manejo da candeia em Minas Gerais passou a ser regulamentado por um Termo de Referência de acordo com o Art.18, Capítulo V, da Resolução Conjunta da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e do IEF nº 1804, de 11 de janeiro de 2013 (ARAÚJO *et al.*, 2018), que ficou vigente por um curto período e foi substituída pela Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.905 de 12 de agosto de 2013. Apesar disso, o Termo de Referência ainda continuou a ser seguido, possibilitando a análise e aprovação de novos planos de manejo, ainda que havendo muitas divergências de interpretações e dificuldades à elaboração, análise e execução dos projetos (PAVAN, 2019).

2.3 Potencial econômico

Os produtos obtidos da candeia são altamente valorizados no mercado. Segundo Scolforo *et al.* (2012), o preço da dúzia de moirões estava na faixa de R\$ 80,00 a R\$ 120,00 em 2012, variando em função das suas dimensões, da época do ano e da distância de transporte. Já a madeira utilizada para a produção de óleo foi vendida para as indústrias que o produzem entre R\$ 100,00 e R\$ 130,00 o metro estéreo colhido em florestas com planos de manejo aprovados pelos órgãos responsáveis.

O óleo de candeia natural bruto e o alfabisabolol são comercializados nos mercados nacional e internacional. Porém, é importante ressaltar que, o óleo essencial com alto teor de alfabisabolol é produzido a partir da madeira de *Eremanthus erythropappus*. No Brasil, apenas cinco indústrias estão envolvidas diretamente na extração de óleo de candeia natural bruto e/ou alfabisabolol, sendo duas em Minas Gerais, duas em São Paulo e uma no Paraná (SCOLFORO *et al.*, 2012). As fábricas de óleo essencial pagam aos produtores rurais que entregam a madeira diretamente a elas de US\$ 330,00 a US\$ 370,00 por um metro cúbico

de madeira empilhada. Essas mesmas empresas vendem o óleo essencial a um preço variando de US\$ 50,00 a US\$ 55,00 por kg de óleo (ARAÚJO *et al.*, 2018). Segundo Oliveira *et al.* (2010), o manejo da candeia destinado à extração de óleo essencial é economicamente viável, mesmo sob altas taxas de juros ou baixos preços da madeira.

De acordo com uma cotação realizada em 2018, nas regiões mais próximas de Diamantina, Minas Gerais, a dúzia de mourão de *Eremanthus incanus* encontrava-se em torno de R\$ 100,00 (SANTOS, 2019).

2.4 Melhoramento genético da candeia

Muitos autores conceituam o melhoramento genético como a combinação da ciência e da arte. Do ponto de vista da ciência, é a aplicação das técnicas testadas e comprovadas cientificamente. Por outro lado, do ponto de vista da arte, é a competência e sensibilidade do melhorista em captar os melhores genótipos de uma população, por meio da seleção. Assim, o melhoramento genético pode ser definido de forma generalizada como a arte e a ciência que visam à modificação gênica das plantas para torná-las mais úteis ao homem (BOREM *et al.*, 2017).

O Melhoramento Florestal é uma ciência relativamente recente, que teve seu maior desenvolvimento mundial a partir de 1950 e, no Brasil, a partir de 1967, com a implantação da lei de incentivos fiscais ao reflorestamento (RESENDE, 2005). Desde então, tem contribuído fortemente com a silvicultura do país na identificação, quantificação e utilização da variabilidade genética para as características de interesse, buscando-se o aumento da produtividade.

No que tange ao melhoramento de espécies nativas, os estudos são incipientes no Brasil, principalmente quando comparados com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Dentre as poucas espécies nativas que estão em processo avançado de melhoramento citam-se a *Hevea brasiliensis* (seringueira) e a *Ilex paraguariensis* (erva mate). Trabalhos com o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) também têm sido desenvolvidos e reportados na literatura, visando o seu melhoramento (domesticação) e conservação (GIORDANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; MOURA *et al.*, 2013; GODINHO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2018).

De maneira geral, os programas de melhoramento genético com espécies nativas têm grande importância ecológica para os ecossistemas de que participam, principalmente por propiciar a valorização da espécie, a sua conservação e seu cultivo (SANTOS *et al.*, 2014).

Atenção especial deve ser dada à biologia reprodutiva e aos métodos de propagação dessas espécies, as quais, geralmente apresentam sistemas reprodutivos complexos e problemas na produção de sementes, fatos que dificultam o programa de melhoramento e conservação genética (TONELLO, 2004). Neste sentido, a carência desses estudos é muitas vezes o principal fator que desmotiva o melhorista a iniciar um programa de melhoramento.

A candeia, do ponto de vista do melhoramento genético encontra-se em um estágio relativamente selvagem e a maioria das pesquisas e estudos já publicados está relacionada à espécie *Eremanthus erythropappus*. Até o momento, a produção de mudas tem sido realizada exclusivamente via seminal e os plantios têm sido desenvolvidos com materiais genéticos sem nenhum grau de melhoramento, impossibilitando a seleção de genótipos com melhor desempenho em relação ao crescimento, desenvolvimento e adaptabilidade, aspecto preponderante para o manejo apropriado de qualquer espécie. Assim, até que materiais genéticos selecionados de candeia estejam disponíveis, recomenda-se coletar sementes de árvores selecionadas fenotipicamente na região de plantio, como forma de garantir uma boa adaptação das mudas desta espécie (MELO, 2012).

Segundo Davide *et al.* (2012), em populações grandes com mais de 500 árvores, as sementes devem ser coletadas de 15 a 25 matrizes distanciadas, no mínimo, 50 metros entre si. Além disso, as árvores matrizes selecionadas devem ser vigorosas, apresentar boas condições fitossanitárias, fuste o mais cilíndrico possível, sem bifurcação e, alta produtividade de sementes. Como a candeia apresenta padrão agregado de distribuição, os autores também recomendam selecionar aquelas árvores cujas copas dominem as vizinhas (DAVIDE *et al.*, 2012). Se as árvores matrizes não forem bem selecionadas, podem fornecer sementes com baixo percentual germinativo (FEITOSA *et al.*, 2009).

A seleção fenotípica é geralmente a mais utilizada em programas de melhoramento, devido a sua rapidez, baixo custo e plasticidade; bem como sua capacidade de refletir bem a interação do genótipo com o ambiente, que atua fortemente nas espécies florestais, haja vista seu ciclo longo (XAVIER *et al.*, 2009). Contudo, como a variância fenotípica é dividida em dois componentes: a variância genética e a variância ambiental, corre-se o risco de selecionar indivíduos que apresentam características superiores não pelo seu genótipo, mas sim por algum fator ambiental que influenciou fortemente o seu crescimento e desenvolvimento (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Pelos motivos apresentados, a utilização de testes genéticos tem sido considerada a estratégia mais adequada e de maior eficiência (XAVIER *et al.*, 2009) na busca pela variabilidade genética e a forma como ela se distribui entre indivíduos e populações. Por meio

dos testes de progênies, é possível estudar os componentes de variância, estimar os parâmetros genéticos e prever os ganhos genéticos pela prática da seleção. Além disso, esses testes podem ser transformados em pomares de sementes por mudas, por meio do desbaste seletivo de indivíduos (CRUZ *et al.*, 2020).

É oportuno ressaltar que o estabelecimento de programas de melhoramento genético com base na instalação de testes de progênies, além de possibilitar a instalação de pomares de sementes melhoradas, também permite que árvores matrizes avaliadas sejam utilizadas para o processo de clonagem. A propagação vegetativa possibilita o ganho genético máximo, capturando toda variância genética aditiva e não aditiva, e fornecendo genótipos mais produtivos e adaptados a diferentes sítios (ASSIS, 1996).

Dessa forma, fica claro que é de suma importância incluir a espécie *Eremanthus incanus* em programas de melhoramento visando à obtenção de materiais genéticos mais produtivos, seja pela produção de sementes melhoradas ou pela propagação clonal.

2.5 Variabilidade da germinação e caracteres de sementes e mudas

Além da grande diversidade de espécies cultivadas pelo homem, dentro de cada uma existe variabilidade de natureza genética e/ou ambiental que interferem no fenótipo do indivíduo (ALMEIDA *et al.*, 2019).

Neste sentido, estudos relacionados à biometria de sementes, germinação, emergência, crescimento inicial e qualidade de mudas apresentam grande valor para o conhecimento genético e ecológico da espécie (BOTIN, 2015). Além de auxiliarem na diferenciação de indivíduos de uma mesma espécie ou população, permitem selecionar matrizes potenciais para produção de sementes e mudas e, também, subsidiar trabalhos de conservação e utilização de recursos genéticos (SOUZA *et al.*, 2015).

Na literatura, a relação entre as características biométricas e a germinação das sementes é controversa. Para alguns autores, sementes maiores e mais pesadas possuem alto vínculo com a propagação sexual da planta, pois se mantêm mais bem nutridas durante seu desenvolvimento e podem germinar com percentual mais elevado do que as pequenas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ROSA *et al.*, 2019). Para outros, sementes pequenas podem apresentar uma maior capacidade germinativa do que as sementes grandes (MARSHALL, 1986) ou a germinação pode ser indiferente em relação ao tamanho da semente (SANTOS *et al.*, 2009; MONTEIRO *et al.*, 2016).

Segundo Batista *et al.* (2011), as dimensões e a massa das sementes podem ser influenciadas pelo estágio de maturação dos frutos, fatores genéticos e pelas condições climáticas sob as quais se desenvolve a planta. Como as causas da grande variação no processo germinativo de espécies florestais nativas do Brasil, estudos apontam a alta variabilidade genética devido ao estágio relativamente selvagem, sem domesticação, aliado à alogamia (SANTOS *et al.*, 2009; MONTEIRO *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2019).

Conhecer a variabilidade de uma espécie, bem como os componentes dessa variação, é, portanto, de suma importância para trabalhos de melhoramento e deve incluir caracteres os mais variados possíveis para atender ao conhecimento biológico da espécie e aos sistemas de produção de mudas (BOTIN, 2015). No caso da candeia (*Eremanthus incanus*), estudos dessa natureza são relevantes no processo inicial de domesticação e melhoramento da espécie, especialmente, visando estabelecer a melhoria dos caracteres de interesse, com possibilidade de, no futuro aumentar a produtividade dos povoamentos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. Q.; CHAVES, L. J.; VIEIRA, M. C.; GANGA, R. M. D. Agronomic evaluation of a *Hancornia speciosa* Gomes germplasm collection from the Brazilian Cerrado. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 8-14, 2019.
- AMARAL, W. G.; PEREIRA, I. M.; AMARAL, C. S.; MACHADO, E. L. M.; RABELO, L. D. O. Dinâmica da flora arbustivo-arbórea colonizadora em uma área degradada pela extração de ouro em Diamantina, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 713-725, 2013.
- ARAÚJO, E. J. G.; DAVID, H. C.; MORAIS, V. A.; SCOLFORO, J. R. S.; PÉLLICO NETTO, S.; ZANETTE, V. H.; KOEHLER, H. S. Crescimento em diâmetro e altura da regeneração natural de *Eremanthus incanus*. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 217-228, 2014.
- ARAÚJO, E. J. G.; PÉLLICO NETTO, S.; SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A.; MORAIS, V. A.; DAVID, H. C. Sustainable Management of *Eremanthus erythropappus* in Minas Gerais, Brazil – A Review. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 25, n. 3, e20160516, 2018.
- ARAÚJO, F. V.; SILVA, E. B.; SILVA, A. C.; BARBOSA, M. S.; NARDIS, B. O.; PEREIRA, I. M. Initial growth of *Eremanthus incanus* (Less.) Less in soil with manganese. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 25, n. 1, e20150226, 2018.
- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 32-51, 1996.
- BATISTA, G. S.; COSTA, R. S.; GIMENES, R.; PIVETTA, K. F. L.; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc - Arecaceae. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v.2, n.3, p.170-176, 2011.
- BORÉM, A., MIRANDA, G. V. FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2017. 543 p.
- BOTIN, A. A. **Variabilidade genética e propagação em progênies de mogno africano na região norte de Mato Grosso**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop MT, 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturas, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ / Brasília: EMBRAPA-SPI, p.255-260, 1994.
- CRUZ, S. L.; PEDROZO, C. A.; OLIVEIRA, V. X. A.; SILVA, A. M.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, D. A. Parâmetros genéticos e seleção inicial de procedências e progênies de taxi-branco (*Tachigali vulgaris*) em Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p.258-269, 2020.
- DAVIDE, A. C.; MARTINS, J. C.; DAVIDE, L. M. C.; NERY, M. C., TONETTI, O. A. O. Produção e tecnologia de sementes de candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.;

DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012. p. 29-42.

FEITOSA, S. S.; DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A. O.; FABRICANTE, J. R.; LUI, J. J. Estudos de viabilidade de sementes de candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish por meio de testes de germinação e raios x. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 393-399, 2009.

FERREIRA, G. W. D.; FERRAZ FILHO, A. C.; PINTO, A. L. R.; SCOLFORO, J. R. S. Influência do desbaste na forma do fuste de povoamentos naturais de *Eremanthus incanus* (Less.) Less. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1707-1720, 2014.

FORESTO, E. B. **Levantamento florístico dos estratos arbustivo e arbóreo de uma mata de galeria em meio a campos rupestres no Parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto, MG**. 2008. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Botânica) - Universidade de São Paulo. São Paulo SP, 2008.

GIANOTTI, A. R. C.; SOUZA, M. J. H.; MACHADO, E. L. M.; PEREIRA, I. M.; VIEIRA, A.D.; MAGALHÃES, M. R. Análise microclimática em duas fitofisionomias do Cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 28, n. 3, p. 246-256, 2013.

GIORDANI, S. C. O.; FERNANDES, J. S. C.; TITON, M.; SANTANA, R. C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em pequizeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 146-153, 2012.

GODINHO, T. F. **Pré-melhoramento de *Eremanthus incanus*: germinação, teste de progênies em fase juvenil e divergência genética por meio de marcadores moleculares**. 2019. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina MG, 2019.

GODINHO, T. F.; MARQUES, A.; RODRIGUES, A. C. P.; CORREIA, L. P. S.; FERNANDES, J. S. C.; BIANCHE, J. J.; GONCALVES, J. F.; LAIA, M. L. Genetic Analysis of *Caryocar Brasiliense* Donor Trees Using Microsatellite Molecular Markers. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, [s.l.], v. 9, n. 31, p. 245-252, 2015.

JENNINGS, S. B.; BROWN, N. D.; BOSHIER, D. H.; WHITMORE, T. C.; LOPES, J. C. A. Ecology provides a pragmatic solution to the maintenance of genetic diversity in sustainably managed tropical rain forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 154, n. 1, p. 1-10, 2001.

LOEUILLE, B. 2015 *Eremanthus* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5316>>.

LONGHI, P.; SOUZA, A.; GARCIA, R.; PIOVEZA, V. Estudo de caso do processo de extração do óleo essencial da madeira de Candeia no sul de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 555-570, 2009.

MARSHALL, D. L. Effect of seed size on seedling success in three species of *Sesbania* (Fabaceae). **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 73, n. 4, p. 457-464, 1986.

MEIRA JUNIOR, M. S.; MACHADO, E. L. M.; PEREIRA, I. M.; MOTA, S. da L. L. Distribuição Espacial de *Eremanthus incanus* (Less). (Asteraceae) em duas áreas com diferentes níveis de conservação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 27-31, 2017.

MELO, L. A. **Seleção e resgate de árvores superiores de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2012. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. Lavras MG, 2012.

MINAS GERAIS. Portaria nº 01, de 5 janeiro de 2007. Dispõe sobre normas para elaboração e execução do Plano de Manejo para Produção Sustentada da Candeia - *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus* no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. **Lex Publicação Diário do Executivo de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 6 de janeiro de 2007.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; GONÇALVES, J. F.; ROCHA, F. M. Meio de cultura, reguladores de crescimento e formas de vedação de tubos de ensaio na multiplicação in vitro de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44; n. 112, p. 1009–1018, 2016.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; SANTOS, M. M.; OLIVEIRA, R. N. Antioxidants, sucrose and agar in the *in vitro* multiplication of *Eremanthus incanus*. **Floresta**, Curitiba, v. 48; n. 3, p. 311-320, 2018.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; SANTOS, M. M. Estabelecimento *in vitro* de *Eremanthus incanus*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39; e201701525, 2019.

MONTEIRO, R.A.; FIOREZE, S.L.; NOVAES, M.A.G. Variabilidade genética de matrizes de *Erythrina speciosa* a partir de caracteres morfológicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v.15, n.1, p.48-55, 2016.

MOURA, M. C. O. **Distribuição da variabilidade genética em populações naturais de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish por isoenzimas e RAPD**. 2005. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2005.

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; AGUIAR, A. V.; SOBIERAJSKI, G. R. Variabilidade entre procedências e progênes de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 97, n. 41, p. 103-112, 2013.

OLIVEIRA, A. D; RIBEIRO, I. S. A.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J. M.; REZENDE, J. L. P. Análise econômica do manejo sustentável da candeia. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 335-345, 2010.

OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M.; LIMA, R. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2011.

OLIVEIRA, L. G. M.; DIAS, P. C.; GONCALVES, E. J.; SOARES, J. R.; OLIVEIRA, L. S. Variabilidade genética de duas procedências de Mogno Africano (*Khaya ivorensis* A. Chev) no cerrado. **Scientia Forestalis**, v. 47, n. 124, p. 624-631, 2019.

PAVAN, A. J. **Talhadia de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish: Fator crítico de sucesso para o manejo sustentável**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Lavras. Lavras MT, 2019.

RESENDE, M. D. V. **Melhoramento de essências florestais**. In: BOREM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 2005, p. 717-780.

ROSA, T. L. M.; ARAÚJO, C. P.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R.; LOPES, J. C. Biometry and genetic diversity of paradise nut genotypes (Lecythidaceae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, e00240, 2019.

SANTOS, A. M; ROSADO, S. C. S.; OLIVEIRA, A. N. Estimation of genetic parameters and verification of early selection efficiency in baru (*Dipteryx alata*). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.238-243, 2014.

SANTOS, F. S.; PAULA, R. C.; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J.; Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.

SANTOS, L.; Oliveira, M.; NOGUEIRA, G.; PEREIRA, I.; SILVA, M. Idade Relativa e Tempo de Passagem para *Eremanthus incanus* (Less.) Less em Uma Área em Recuperação no Município de Diamantina, MG. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 24, e20150262, 2017.

SANTOS, L. G. **Modelagem do crescimento de *Eremanthus incanus* (Less.) Less**. 2019. 172 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina MG, 2019.

SANTOS, P. H. R.; GIORDANI, S. C. O.; SOARES, B. C.; SILVA, F. H. L. E.; ESTEVES, E. A.; FERNANDES, J. S. C. Genetic divergence in populations of *Caryocar brasiliense* Camb. from the physical characteristics of the fruits. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 42, n. 1, e420116, 2018.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012. 329p.

SILVA, A. C.; ROSADO, S. C. S.; VIEIRA, C. T.; CARVALHO, D. Variação genética entre e dentro de populações de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p.271-277, 2007.

SILVA, F. H. L. E.; FERNANDES, J. S. C.; ESTEVES, E. A.; Pinto, N.A.V.D.; SANTANA, R. C.; SANTOS, P. H. R. Procedências, matrizes e diâmetro do tronco na expressão de variáveis químicas em frutos do pequiizeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n.1, p. 134-139, 2015.

SILVA, F. H. L.; FERNANDES, J. B. C.; ESTEVES, E. A.; TITON, M. ; SANTANA, R. C. . Populações, matrizes e idade da planta na expressão de variáveis físicas em frutos do pequizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 806-813, 2012.

SOARES, B. C.; SANTOS, P. H. R.; SILVA, F. H. L. E.; ESTEVES, E. A.; TITON, M.; FERNANDES, J. S. C. Repeatability of physical and chemical characteristics in pequi fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 2, p. 1-12, 2017.

SOUZA, P. F.; SANTANA, R. C.; FERNANDES, J. S. C.; OLIVEIRA, L. F. R.; MACHADO, E. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, M. L. R. Germinação e Crescimento Inicial Entre Matrizes de Duas Espécies do Gênero *Hymenaea*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 532-540, 2015.

TONELLO, K. C. Melhoramento de essências florestais. **Revista da Madeira**. Ed. 83, ago 2004. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acesso em: 09 set. 2020.

VIEIRA, J. P. G.; SOUZA, M. J. H.; TEIXEIRA, J. M.; CARVALHO, F. P. Estudo da precipitação mensal durante a estação chuvosa em Diamantina, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 762-767, 2010.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa: UFV, 2009. 272p.

CAPÍTULO 2 - BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MATRIZES DE *Eremanthus incanus* (Less.) Less.

RESUMO

A candeia (*Eremanthus incanus*) é uma espécie florestal que, embora possua grande potencial de utilização, tanto pelo seu valor econômico quanto ecológico, carece de informações sob vários aspectos. Assim, objetivou-se com este trabalho, estudar a biometria e germinação de sementes de matrizes de *Eremanthus incanus* em condições de laboratório, bem como estabelecer correlações entre as variáveis. As sementes, oriundas de polinização aberta, foram coletadas de 10 árvores matrizes, em outubro de 2018, na região de Diamantina-MG. Para análise biométrica, foram amostradas aleatoriamente 100 sementes por árvore matriz, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. Avaliou-se o peso e as dimensões (comprimento e largura) das sementes. Para o experimento de germinação, as sementes de cada matriz foram previamente desinfestadas em fungicida Cuprocarb 500[®], álcool 70% e hipoclorito de sódio a 2,5% de cloro ativo. Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar sobre duas folhas de papel *germitest*, umedecidas com água destilada, em caixas do tipo *gerbox*, mantidas em câmaras de germinação do tipo BOD com temperatura alternada de 20-30°C e fotoperíodo de 10 horas de luz e 14 horas de escuro. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 10 tratamentos (matrizes) e quatro repetições (incubadoras BOD) com 25 sementes por parcela. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância e estimativas de coeficientes de correlação de Pearson foram obtidas entre as características avaliadas. Foram evidenciados efeitos significativos de matrizes de *Eremanthus incanus* sobre as variáveis biométricas e a taxa de germinação de suas sementes. Com base no estudo de correlações, verificou-se que os caracteres biométricos de sementes não se correlacionaram significativamente com a germinação. Porém, investigações futuras são necessárias para melhor compreensão e confirmação deste resultado.

Palavras-chave: Espécie nativa. Sementes florestais. Caracterização biométrica. Teste de germinação.

ABSTRACT

Candeia (*Eremanthus incanus*) is a forest species that, although it has great potential for use, both for its economic and ecological value, lacks information in several aspects. Thus, the objective of this work was to study the biometrics and seed germination of *Eremanthus incanus* matrices under laboratory conditions, as well as to establish correlations between the variables. The seeds, originating from open pollination, were collected from 10 matrix trees, in October 2018, in the region of Diamantina-MG. For biometric analysis, 100 seeds were randomly sampled per matrix tree, distributed in four replications of 25 seeds. The weight and dimensions (length and width) of the seeds were evaluated. For the germination experiment, the seeds of each matrix were previously disinfected in Cuprogarb 500[®] fungicide, 70% alcohol and 2.5% active chlorine sodium hypochlorite. Subsequently, the seeds were placed to germinate on two sheets of germitest paper, moistened with distilled water, in *gerbox* type boxes, kept in BOD type germination chambers with alternating temperature of 20-30°C and photoperiod of 10 hours of light and 14 hours of darkness. A randomized block design was used, with 10 treatments (matrices) and four replications (BOD incubators) with 25 seeds per plot. The means were compared using the Scott-Knott test at 5% significance and estimates of Pearson's correlation coefficients were obtained between the evaluated characteristics. Significant effects of matrices of *Eremanthus incanus* on the biometric variables and the germination rate of its seeds were evidenced. Based on the study of correlations, it was found that the biometric characters of seeds did not significantly correlate with germination. However, future investigations are necessary to better understand and confirm this result.

Keywords: Native species. Forest seeds. Biometric characterization. Germination test.

1 INTRODUÇÃO

As sementes são o principal meio de multiplicação das espécies arbóreas e marcam o início da próxima geração (ROVERI NETO; PAULA, 2017). Uma vez que elas carregam em seus genes as características que serão transmitidas à descendência, é de suma importância a existência de um programa bem conduzido de seleção de árvores matrizes, visando garantir sementes com características genéticas favoráveis (HIGA; SILVA, 2006).

Eremanthus incanus (Less.) Less, conhecida popularmente como candeia, é uma espécie florestal de significativa importância na biodiversidade brasileira, com valor econômico, ecológico e social (SCOLFORO *et al.*, 2012). Sua propagação ocorre principalmente via seminífera, com grande produção de sementes de tamanho reduzido e sem dormência, classificadas como ortodoxas (DAVIDE; MELO, 2012).

Mesmo com toda importância e ampla utilização dessa espécie, há carência de informações sobre vários aspectos. Como a espécie encontra-se em uma condição relativamente selvagem, ainda em domesticação, os caracteres a serem levados em conta no melhoramento genético não estão bem estabelecidos. Além disso, na literatura, avaliações em nível de árvore matriz ainda são incipientes em se tratando da *Eremanthus incanus*. Trabalhos dessa natureza são importantes, tendo em vista que indivíduos da mesma espécie podem apresentar padrões variados quanto ao tamanho das sementes e à capacidade de germinação (MACHADO *et al.*, 2004).

Desta forma, a análise biométrica de sementes manifesta-se como importante instrumento em programas de melhoramento genético, possibilitando detectar a variabilidade genética dentro de populações da mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e o ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2013). Além disso, dentro de um enfoque ecológico, a caracterização biométrica pode fornecer subsídios para o entendimento dos aspectos de dispersão, estabelecimento de plântulas e dinâmica de sucessão ecológica (MONTEIRO *et al.*, 2016).

De maneira complementar, os testes de germinação são úteis para entender as estratégias reprodutivas da espécie, auxiliando na diferenciação da qualidade de sementes produzidas por diferentes árvores matrizes e, também, na determinação da variabilidade genética (ROVERI NETO; PAULA, 2017). Este teste é conduzido em condições ótimas de temperatura, luz, umidade e substrato para cada espécie, e fornece o potencial máximo de germinação da amostra analisada (BRASIL, 2009).

Tendo em vista que na literatura a relação entre o tamanho e a germinação das sementes é controversa, o estudo das correlações existentes entre essas variáveis é importante, pois permite entender o comportamento de uma característica mediante a análise de outra (SOBRINHO *et al.*, 2017).

Dentro desse contexto, este trabalho teve por objetivo estudar a biometria e germinação de sementes de matrizes de *Eremanthus incanus* em condições de laboratório, bem como estabelecer correlações entre as variáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Definição da população de trabalho

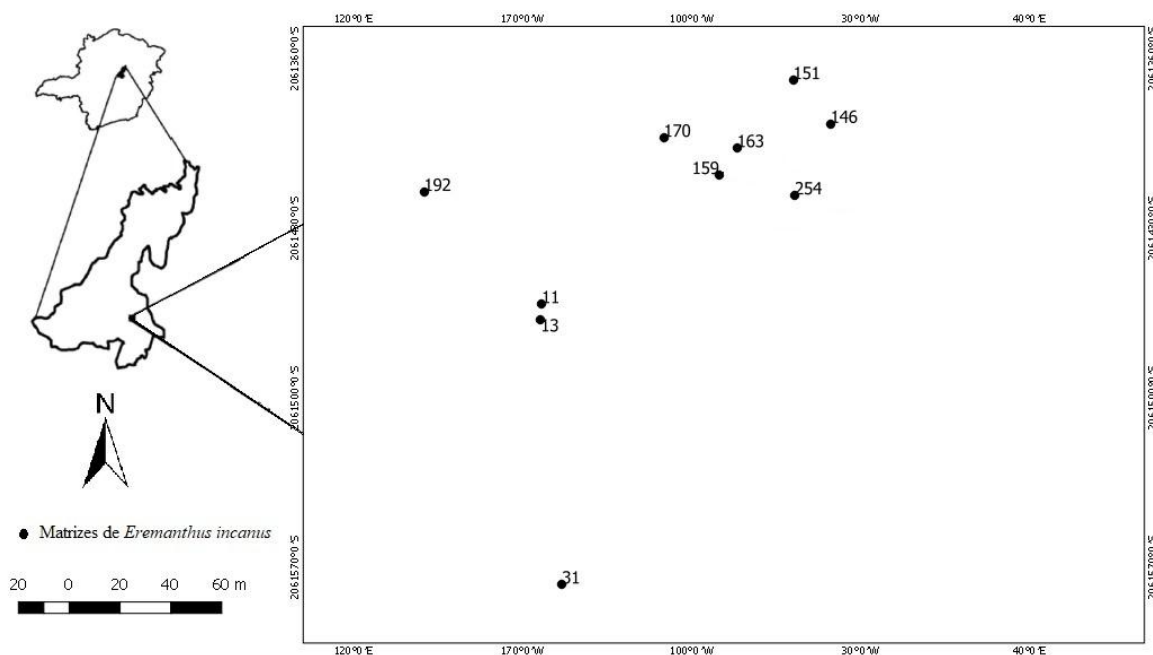
A população de candeia alvo do estudo está localizada na região de Diamantina, em Minas Gerais, em uma área de aproximadamente 2,15 hectares, onde funcionava um antigo depósito de lixo da cidade. Tal local fora desativado e isolado em 2002 para fins de restauração (MACHADO *et al.*, 2012) e encontra-se nas coordenadas 18°12'17'' de latitude Sul e 43°34'08'' de longitude Oeste, no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), região do Alto Jequitinhonha, no Complexo da Serra do Espinhaço, a uma altitude de aproximadamente 1400 m (SANTOS *et al.*, 2017). O material botânico da espécie compõe o banco de dados do Herbário Dendrológico Jeanine Felfili, cuja exsicata possui registro HDJF – 3988.

O clima da região está classificado por Köppen como Cwb, tipicamente tropical, com verões brandos e úmidos entre os meses de outubro e abril, e invernos mais frescos e secos entre os meses de junho e agosto. O regime pluviométrico está caracterizado por apresentar precipitação média anual com valores variando de 1250 a 1550 mm e a temperatura média anual está com valores próximos de 18°C (SANTOS *et al.*, 2017).

2.2 Seleção das matrizes, coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes

As sementes foram oriundas de polinização aberta de 10 árvores matrizes de *Eremanthus incanus*, selecionadas fenotipicamente, com base no vigor, tronco cilíndrico, boas condições fitossanitárias e produção de sementes (Figura 1).

Figura 1- Distribuição espacial das matrizes selecionadas de *Eremanthus incanus*, localizadas na UFVJM (Campus JK), no município de Diamantina/MG.

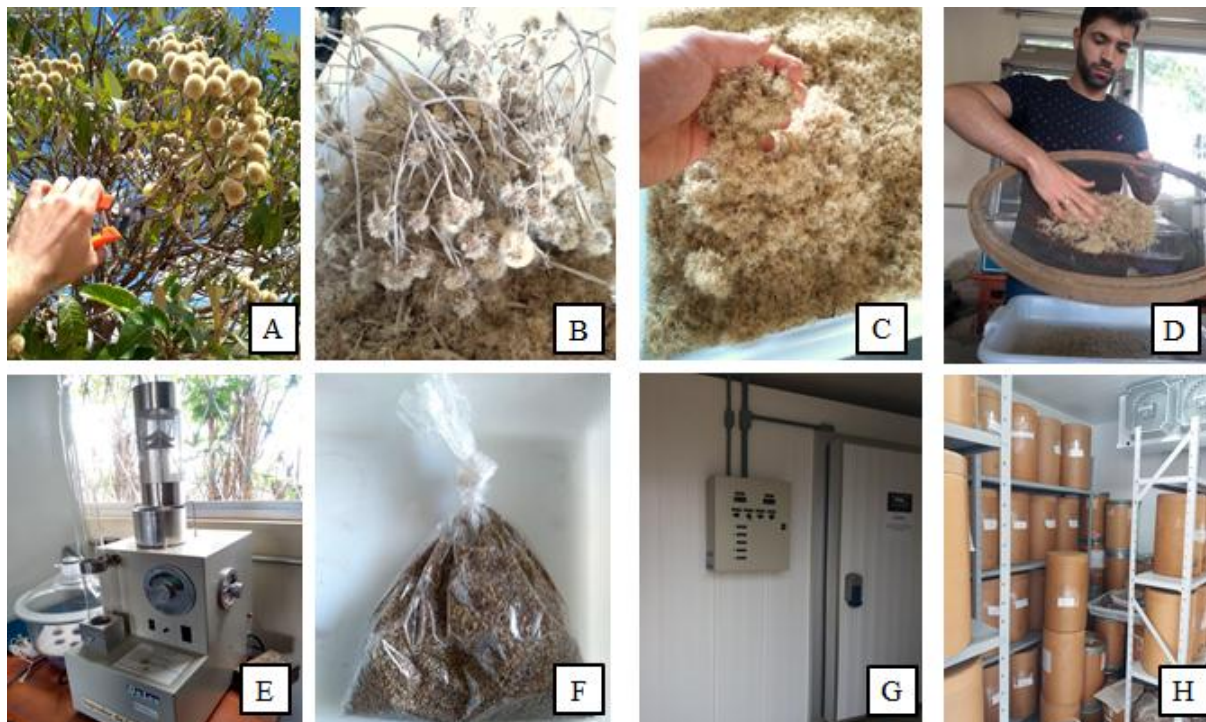


Fonte: O autor.

A partir dos indivíduos selecionados, em outubro de 2018 foram coletados ramos com as infrutescências de cada uma das matrizes, no início do processo de dispersão de seus diásporos, com o auxílio de uma tesoura de poda (Figura 2A). Terminada a coleta, o material obtido foi transferido para o Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF), do Departamento de Engenharia Florestal (DEF), no Campus JK, da UFVJM, onde se executou o beneficiamento das sementes.

O beneficiamento se iniciou manualmente com o desprendimento das sementes das infrutescências (Figura 2B, C). Para separação das sementes do material indesejável, utilizou-se uma peneira de malha média (Figura 2D) e em seguida, o material recolhido na bandeja foi passado no soprador, buscando-se obter sementes com maior pureza e qualidade física (Figura 2E). As sementes de cada matriz foram, então, acondicionadas em embalagem semipermeável (Figura 2F), colocadas dentro de tamboretas de fibra (Figura 2H) e armazenadas em câmara fria, com temperatura média de 6°C e umidade relativa média de 40% (Figura 2G). Para instalação dos experimentos de biometria e germinação foram utilizadas sementes recém-beneficiadas e sem armazenamento prévio.

Figura 2- Coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes de *Eremanthus incanus*. A) Coleta das infrutescências. B-C) Desprendimento das sementes das infrutescências. D) Separação das sementes do material indesejável, com auxílio de uma peneira de malha média. E) Soprador de sementes para remoção das impurezas. F) Sementes beneficiadas e acondicionadas em embalagem semipermeável. G) Câmara fria. H) Tamboretes de fibra armazenados em câmara fria.



Fonte: O autor.

2.3 Biometria de sementes

As aferições biométricas foram realizadas mediante amostragem aleatória de 100 sementes para cada matriz estudada, as quais foram distribuídas manualmente, sobre papel milimetrado, em quatro repetições de 25 sementes (Figura 3). Utilizou-se um delineamento experimental com classificação hierárquica, com as matrizes no primeiro nível de hierarquia e as amostras dentro destas no segundo.

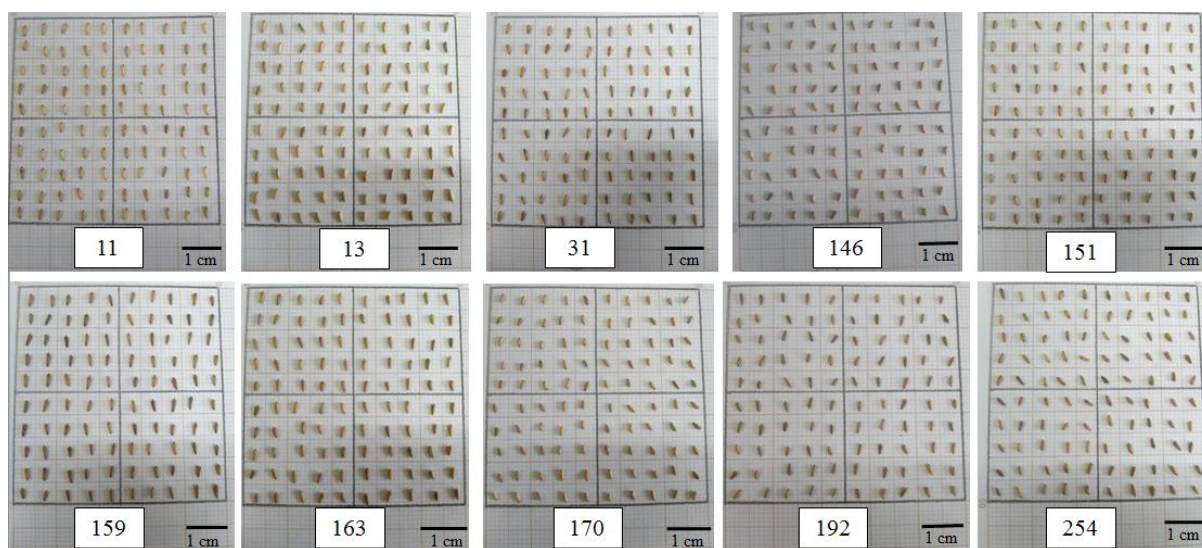
Com o auxílio de uma câmera digital, foram obtidas as imagens para determinação das variáveis: comprimento (distância longitudinal entre o ápice e a base, em mm), largura (medida perpendicular à região mediana das sementes, em mm) e peso de sementes (g).

Como as sementes de *Eremanthus incanus* são muito pequenas, o comprimento e a largura foram avaliados com auxílio do analisador de imagens digitais Image-Pro Plus® (MEDIA CYBERNETICS, 2002), visando maior exatidão nos dados obtidos. As etapas da análise das imagens no *software* foram executadas seguindo os seguintes passos: abertura do arquivo; calibração da escala, conforme ponto conhecido na imagem scaneada; validação da

calibração, a partir de vários testes em pontos conhecidos; medição das sementes, utilizando a ferramenta *Length* e exportação dos dados para uma planilha do Excel.

O peso das sementes, por sua vez, foi determinado utilizando-se uma balança analítica com precisão de 0,0001g.

Figura 3- Sementes de *Eremanthus incanus* provenientes de dez árvores matrizes, fotografadas em papel milimetrado para então serem medidas pelo programa Image-Pro Plus®.



Fonte: O autor.

2.4 Germinação das sementes

Inicialmente, as sementes de cada matriz foram desinfestadas com o fungicida Cuprocarb 500®, em concentração de 1 g L⁻¹ durante 15 minutos, e lavadas três vezes com água destilada autoclavada. Em seguida, as sementes foram transferidas para uma solução de álcool 70% e mantidas por 30 segundos. Após esse procedimento, as sementes foram imersas durante 20 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% de cloro ativo, adicionada de 5 gotas de detergente comercial Tween 20 para cada 100 ml de solução (Figura 4A). Nesta etapa, as sementes que se encontraram na superfície da solução foram descartadas, sendo utilizadas apenas aquelas que submergiram. Por fim, as sementes foram submetidas a seis enxagues em água destilada autoclavada.

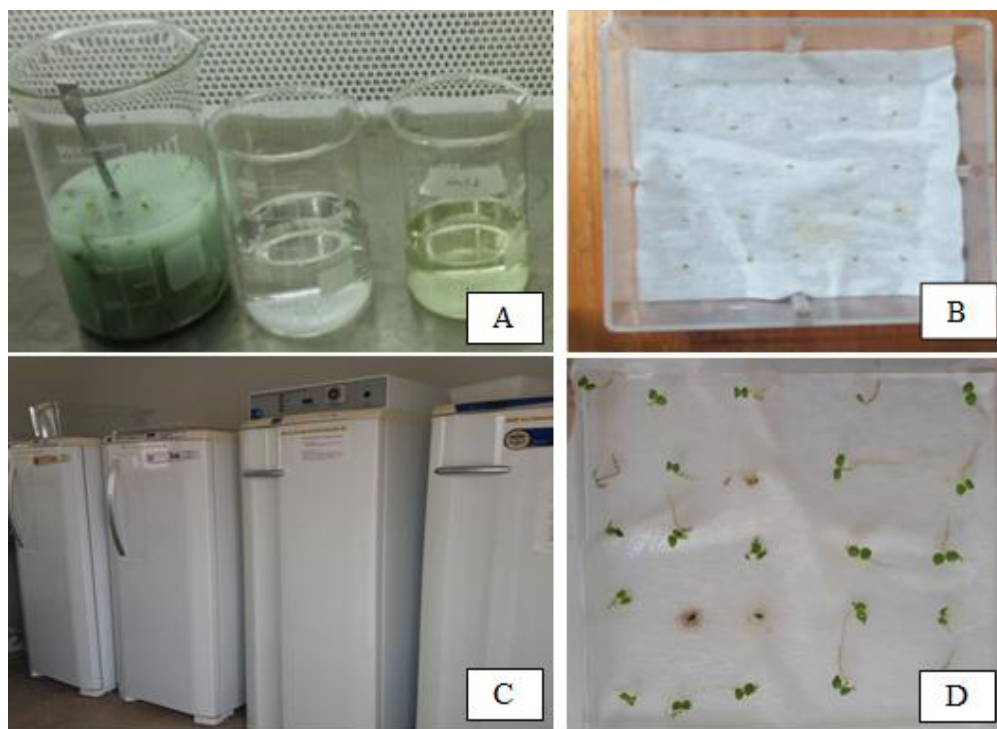
Após a desinfestação, as sementes de cada matriz foram distribuídas sobre duas folhas de papel *germitest* previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada, e colocadas em caixas de acrílico do tipo *gerbox* esterilizadas com álcool 70% (Figura 4B). Os *gerbox* contendo as sementes foram mantidos em câmaras de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com temperatura alternada de 20-30°C e fotoperíodo de 10

horas de luz e 14 horas de escuro (TONETTI, 2004; DAVIDE *et al.*, 2008). Nos períodos de luz, a temperatura foi fixada em 30°C e, nos períodos de escuro em 20°C (Figura 4C).

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com 10 tratamentos (matrizes) e quatro repetições (incubadoras BOD) com 25 sementes por parcela.

O número de sementes germinadas foi avaliado em dias alternados, tendo início no primeiro dia após a instalação do teste, adotando-se o critério da protrusão da raiz primária para definir a germinação (Figura 4D). Quando necessário, realizou-se a umidificação do papel *germitest* com água destilada, a fim de manter o ambiente em condições favoráveis de umidade. As avaliações foram encerradas no momento em que a taxa de germinação se manteve constante.

Figura 4- Desinfestação, acondicionamento e germinação de sementes de *Eremanthus incanus*, provenientes de dez árvores matrizes. A) Desinfestação das sementes em fungicida Cuprocarb 500®, álcool 70% e hipoclorito de sódio a 2,5% de cloro ativo. B) Sementes dispostas em caixas de acrílico do tipo *gerbox*. C) Câmaras de germinação do tipo BOD. D) Sementes germinadas no *gerbox*.



Fonte: O autor.

2.5 Análise dos dados

Inicialmente, os dados coletados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos resíduos e ao teste de Bartlett para verificar a homogeneidade entre as variâncias. Atendidas a essas duas pressuposições da estatística paramétrica,

procedeu-se com a análise de variância. Quando detectadas variações significativas entre as matrizes avaliadas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância. Adicionalmente, foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as características avaliadas.

As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2018) e do pacote ExpDes.pt, versão 1.2.0 (FERREIRA *et al.*, 2018).

3 RESULTADOS

3.1 Biometria de sementes

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância para comprimento, largura e peso de 100 sementes de 10 árvores matrizes de *Eremanthus incanus*. Houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre as matrizes, para todos os caracteres biométricos de sementes avaliados.

Tabela 1- Resumo da análise de variância para comprimento (CS), largura (LS) e peso (PS) de sementes de *Eremanthus incanus* provenientes de dez árvores matrizes.

FV	GL	Quadrados Médios		
		CS	LS	PS
Matrizes	9	0,202*	0,021*	2,007e-05*
Amostras/Matrizes	30	0,003	0,001	5,738e-07
CV _{exp} (%)		2,62	4,84	8,99

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV_{exp}: Coeficiente de variação experimental; * Diferença significativa a 5% de significância.

As médias para comprimento, largura e peso de sementes das dez matrizes de *Eremanthus incanus* são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Valores médios das características comprimento (CS, em mm), largura (LS, em mm) e peso (PS, em g) de sementes de dez árvores matrizes de *Eremanthus incanus*.

Matriz	CS	LS	PS
	(mm)	(mm)	(g)
11	2,47 a	0,81 a	0,0101 b
159	2,44 a	0,69 b	0,0113 a
13	2,43 a	0,72 b	0,0112 a
163	2,35 b	0,72 b	0,0072 d
31	2,14 c	0,64 c	0,0062 e
254	2,07 c	0,74 b	0,0102 b
146	2,06 c	0,69 b	0,0051 e
192	1,99 d	0,55 d	0,0088 c
170	1,93 e	0,64 c	0,0082 d
151	1,89 e	0,60 c	0,0060 e

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

As sementes apresentaram comprimento médio variando de 1,89 (matriz 151) a 2,47 mm (matriz 11) e largura média variando de 0,55 (matriz 192) a 0,81 mm (matriz 11). Para estas características as árvores matrizes foram separadas em cinco e quatro grupos, respectivamente, pelo teste de Scott-Knott.

As matrizes 11, 159 e 13 compuseram o grupo das maiores médias de comprimento (2,47; 2,44 e 2,43 mm, respectivamente) sem diferirem estatisticamente entre si. As matrizes 163 e 192 constituíram grupos isolados (2º e 4º grupo), diferindo entre elas e das demais matrizes, com comprimento médio de 2,35 e 1,99 mm, respectivamente. O terceiro grupo apresentou comprimento variando de 2,06 a 2,14 mm e foi constituído pelas matrizes 146, 254 e 31. O quinto e último grupo, de menor comprimento médio, foi formado pelas matrizes 170 (1,93 mm) e 151 (1,89 mm).

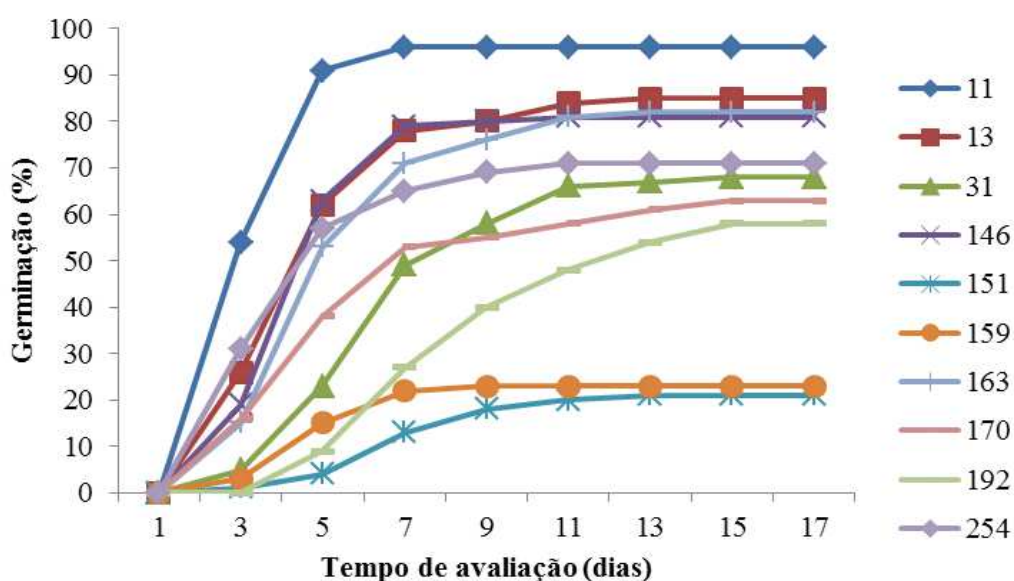
Para largura, a matriz 11 se destacou entre as demais, formando um grupo isolado com média de 0,81 mm. O segundo grupo reuniu a maioria das matrizes (matrizes 159, 13, 163, 254 e 146), com largura média variando de 0,69 (matrizes 159 e 146) a 0,74 mm (matriz 254). O terceiro grupo foi composto pelas matrizes 31, 170 e 151, com largura média entre 0,60 e 0,64 mm e o quarto grupo foi formado apenas pela matriz 192, com 0,55 mm de largura.

O peso médio das sementes variou de 0,0051 (matriz 146) a 0,0113 g (matriz 159). Para esta variável, o Teste de Scott-Knott separou as árvores matrizes em cinco grupos, em que no primeiro grupo foram reunidas as matrizes 13 (0,0112 g) e 159 (0,0113 g) e no segundo grupo as matrizes 11 (0,0101 g) e 254 (0,0102 g). A matriz 192 formou isoladamente o terceiro grupo, com peso médio de 0,0088 g. O quarto grupo reuniu as matrizes 163 (0,0072 g) e 170 (0,0082 g) e, por fim, o quinto grupo foi formado pelas matrizes 31, 146 e 151, com peso médio variando de 0,0051 (matriz 146) a 0,0062 g (matriz 31).

3.2 Germinação das sementes

A germinação das sementes de *Eremanthus incanus* iniciou-se no terceiro dia após a instalação do teste, para 90% das matrizes. Com exceção da matriz 192, que iniciou o processo germinativo no quinto dia, todas as matrizes possuíam pelo menos uma semente germinada. Ao longo do tempo de avaliação, as matrizes apresentaram comportamentos germinativos distintos entre si. A matriz 11 se destacou em relação às demais, tanto em relação às taxas de germinação inicial e final, quanto ao tempo gasto para atingir máxima germinação. Em apenas 7 dias, foi observada uma taxa de 96% de germinação das sementes dessa matriz. A germinação perdurou até os 9 dias para a matriz 159; 11 dias para as matrizes 146 e 254; 13 dias para as matrizes 13, 151 e 163; e 15 dias para as matrizes 31, 170 e 192 (Figura 5).

Figura 5- Curva do percentual de germinação de sementes de dez árvores matrizes de *Eremanthus incanus*, durante 17 dias.



Verificou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as matrizes em relação ao percentual final de germinação (Tabela 3).

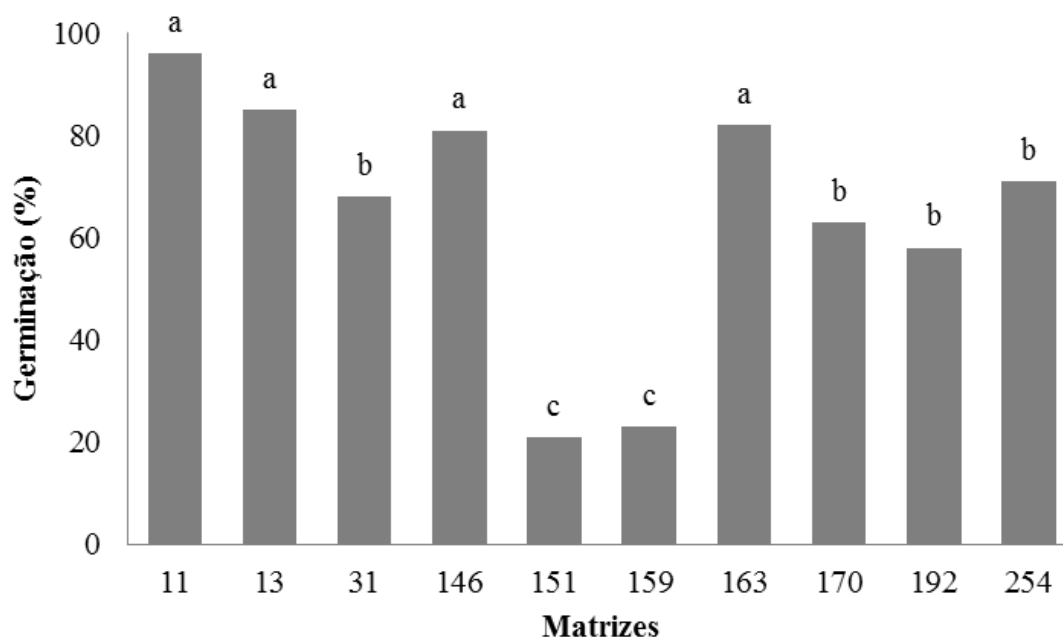
Tabela 3- Resumo da análise de variância para o percentual final de germinação (%G) de sementes de dez matrizes de *Eremanthus incanus*.

FV	GL	Quadrado Médio
		%G
Matrizes	9	2534,93*
Bloco	3	280,53 ^{ns}
Resíduo	27	161,13
CV _{exp} (%)		19,59

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV_{exp}: Coeficiente de variação experimental; * Diferença significativa a 5% de significância; ^{ns} Diferença não significativa a 5% de significância.

No conjunto das 10 matrizes estudadas, a germinação média foi de 64,8%. Foram formados três grupos, pelo teste de Scott-Knott (Figura 6), em que as matrizes 11, 13, 146 e 163 superaram as demais, com valores de germinação variando de 81 a 96%. As matrizes 31, 170, 192 e 254 apresentaram germinação entre 58 e 71%, constituindo o grupo intermediário; já as matrizes 151 e 159 compuseram o grupo das menores médias, apresentando germinação de 21 e 23%, respectivamente.

Figura 6- Percentual final de germinação de sementes de dez matrizes de *Eremanthus incanus*. Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.



3.3 Correlação entre as variáveis

De acordo com a análise de correlação de Pearson (Tabela 4), é possível observar a existência de correlação moderada e positiva ($p < 0,05$; $0,5 \leq r < 0,8$) entre o comprimento e a largura das sementes. Para as demais associações, os coeficientes de correlação não foram significativos ($p > 0,05$).

Tabela 4- Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as características biométricas e a germinação de sementes avaliadas em dez árvores matrizes de *Eremanthus incanus*.

Comparações	LS	PS	G
CS	0,7152 [*]	0,5970 ^{ns}	0,3485 ^{ns}
LS		0,4005 ^{ns}	0,5865 ^{ns}
PS			0,0346 ^{ns}

Em que: CS, LS e PS - respectivamente, comprimento, largura e peso de sementes; G - percentual de germinação; ^{*} significativo a 5% de significância, ^{ns} não significativo a 5% de significância.

4 DISCUSSÃO

Durante o processo de maturação, as sementes crescem até atingirem o valor característico para a espécie, porém o tamanho e a massa das sementes podem variar entre indivíduos da mesma espécie, em diferentes anos de coleta, e, também, dentro de um mesmo indivíduo (SANTOS *et al.*, 2009). Deste modo, a biometria de sementes constitui uma importante ferramenta na detecção da variabilidade genética entre árvores matrizes. Além de verificar as relações entre esta variabilidade e o ambiente, contribui para programas de melhoramento genético, possibilitando a seleção com vistas à melhoria de um dado caractere (GONÇALVES *et al.*, 2013).

No presente estudo, a separação das matrizes de *Eremanthus incanus* em grupos distintos quanto às características biométricas avaliadas, pode estar associada tanto com os fatores genéticos, quanto com os aspectos bióticos e abióticos ao longo da formação e desenvolvimento das sementes (GANGA *et al.*, 2010; ROSA *et al.*, 2019). Além disso, as matrizes selecionadas neste estudo são provenientes de regeneração natural e não há informações sobre a idade delas, o que explica em parte a variação fenotípica encontrada (SOUZA *et al.*, 2015).

Como as infrutescências foram coletadas no mesmo período, no início da dispersão de seus diásporos, e apresentavam ponto de maturação semelhantes, pode-se

deduzir que a maior parte da variabilidade nesses caracteres é de natureza genética, e que se encontram sob baixa influência do ambiente. Tal circunstância facilita o processo de seleção, pois neste caso, o valor fenotípico representa bem o genotípico, tornando possível identificar com base no fenótipo, matrizes com bons atributos genéticos (ROVERI NETO; PAULA, 2017).

Ao comparar as variáveis biométricas com a germinação das sementes de diferentes matrizes, é possível obter dados relevantes em uma fase inicial de um programa de melhoramento ou conservação genética. A germinação envolve uma sequência ordenada de atividades metabólicas, e a temperatura aliada ao fotoperíodo exerce influência significativa na intensidade e velocidade desse processo (LIMA *et al.*, 2017).

Para *Eremanthus incanus*, a metodologia do teste de germinação ainda não foi estabelecida pelas RAS - Regras para Análise de Sementes. Dessa forma, a temperatura e o fotoperíodo em que as BODs foram reguladas neste trabalho estão em concordância com Tonetti (2004) e Davide *et al.* (2008), que verificaram que a alternância de temperatura de 20-30°C, com 10 horas de luz e 14 horas de escuro, é a condição ótima para a germinação de sementes de *Eremanthus incanus*. Em termos gerais, sementes de espécies arbóreas nativas do Brasil apresentam temperaturas ótimas de germinação situadas entre 20°C e 30°C (BRANCALION *et al.*, 2010). Além disso, espécies que não passaram por intenso processo de domesticação apresentam taxa de germinação mais alta quando expostas a alternância de temperatura (MONDO *et al.*, 2010).

O início da protrusão da radícula (3º dia após a instalação do teste, para 90% das matrizes) e o tempo de avaliação gasto até o final da germinação das sementes (15 dias), verificados neste estudo, coincidem com os resultados obtidos por Tonetti (2004), em seu trabalho com *Eremanthus incanus*. A variação observada no percentual final de germinação (21 a 96%) provavelmente se deve, em grande parte, a fatores genéticos e reforçam a possibilidade de seleção.

É possível inferir que as baixas taxas de germinação observadas em algumas matrizes estejam relacionadas à apomixia, ou seja, formação de sementes sem que haja a fecundação, comum entre as Asteraceae (WERPACHOWSKI *et al.*, 2004). Além disso, a autoincompatibilidade pode ser uma das possíveis causas da redução da produção de sementes viáveis em *Eremanthus* (VELTEN; GARCIA, 2005).

Por se tratar de um ambiente em recuperação, a área em que as sementes de *Eremanthus incanus* foram coletadas, pode ter influência nas rotas dos dispersores e polinizadores, e, conseqüentemente, na reprodução da espécie (MEIRA JUNIOR *et al.*, 2017).

Em geral, as plantas da família Asteraceae são visitadas por muitos grupos funcionais de polinizadores, principalmente abelhas e, assumindo-se que a candeia é uma espécie alógama, com dispersão anemocórica, isso pode contribuir para elevar a variabilidade genética dentro da população (VIEIRA *et al.*, 2012). Desse modo, como uma das grandes causas da variação no processo germinativo de sementes, tem sido apontada a alta variabilidade genética resultante da condição relativamente selvagem da espécie, sem domesticação, aliado à alogamia (SANTOS *et al.*, 2009; MONTEIRO *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2019).

Ademais, as matrizes selecionadas estão localizadas em uma área onde os indivíduos de *Eremanthus incanus* apresentam padrão de distribuição agregado. Segundo Meira Junior *et al.* (2017), a distribuição espacial dos indivíduos de uma população influencia não somente os sistemas de cruzamentos de plantas, mas também como as espécies utilizam os recursos disponíveis.

Godinho (2019), estudando a germinação de sementes de *Eremanthus incanus*, coletadas das mesmas árvores matrizes deste estudo, em dois anos consecutivos (2015 e 2016), sob condições de laboratório, também constatou diferenças significativas entre as matrizes. Em comparação com os resultados do presente estudo, os testes mostraram variações de um ano para outro. As matrizes 151 e 159, por exemplo, que compuseram o grupo das menores médias de germinação (21 e 23%, respectivamente), apresentaram um percentual de sementes germinadas superior a 60% nas coletas de 2015 e 2016. Observa-se, também, comportamento variável para a matriz 13, ora aumentando, ora diminuindo o percentual de germinação (90% em 2015; 45% em 2016 e 85% em 2018). Destaca-se, ainda, a matriz 192 que produziu sementes com desempenho germinativo expressivo em 2015 (86%) e 2016 (76%) e sementes com menor viabilidade na coleta de 2018 (58%).

Diante de tais informações, é possível presumir que essa variação entre os diferentes anos de coleta esteja relacionada com a sazonalidade na produção de sementes e com as estratégias reprodutivas da espécie, ou seja, após passar por uma época de produção abundante de frutos/sementes, a matriz apresenta um período de descanso, de modo a recompor as reservas despendidas, voltando a produzir sementes mais vigorosas após esse período. Isso indica que a coleta das sementes nas mesmas matrizes todos os anos seria inviável. Segundo Galastri e Oliveira (2010), muitas espécies da família Asteraceae apresentam grande flexibilidade de estratégias reprodutivas, e a sua compreensão é indispensável para subsidiar pesquisas futuras, de modo a explorar possíveis benefícios.

É importante ressaltar que a existência de variação genética entre as matrizes selecionadas denota uma boa perspectiva para futura instalação de um pomar de sementes

(SANTOS *et al.*, 2018) que, além de ser uma excelente alternativa para atender a demanda de sementes em quantidade e qualidade genética, facilita o processo de coleta, já que não seria necessário percorrer grandes distâncias entre uma árvore e outra (HIGA; SILVA, 2006).

Na literatura, a relação entre as características biométricas e a germinação das sementes é controversa. Para alguns autores, sementes maiores e mais pesadas possuem alto vínculo com a propagação sexual da planta, pois se mantêm mais bem nutridas durante seu desenvolvimento e podem germinar com percentual mais elevado do que as pequenas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ROSA *et al.*, 2019). Para outros, sementes pequenas podem apresentar uma maior capacidade germinativa do que as sementes grandes (MARSHALL, 1986) ou a germinação pode ser indiferente em relação ao tamanho da semente (SANTOS *et al.*, 2009; MONTEIRO *et al.*, 2016).

Neste estudo, as estimativas das correlações entre as variáveis biométricas e a taxa de germinação não foram significativas, cabendo aqui uma reflexão. Na análise biométrica, as aferições foram realizadas mediante amostragem aleatória das sementes de cada matriz, já para o experimento de germinação, as sementes de cada matriz foram selecionadas com base no critério densimétrico, ou seja, foram utilizadas apenas aquelas que submergiram. Assim, é possível inferir que a ausência de correlação significativa entre as variáveis possa estar associada ao critério utilizado para separar as sementes na germinação. Isso abre caminho para pesquisas futuras, pois se as sementes não tivessem sido separadas pela densidade, a germinação seria tratada de outra forma. Recomenda-se, então, a continuidade dos trabalhos nesta área de estudo, a fim de melhor elucidar a correlação entre as variáveis biométricas e a germinação de sementes em matrizes de *Eremanthus incanus*.

5 CONCLUSÕES

- Os efeitos de matrizes de *Eremanthus incanus* sobre as variáveis biométricas e taxa de germinação de suas sementes são significativos.
- As estimativas das correlações entre variáveis biométricas e taxa de germinação não foram significativas, porém investigações futuras são necessárias para melhor compreensão e confirmação deste resultado.

REFERÊNCIAS

- BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE A. D. L. C.; RODRIGUES R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p,
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- DAVIDE, A. C.; SILVA, C. S. J.; SILVA, E. A. A.; PINTO, L. V. A.; FARIA, J. M. R. Estudos morfo-anatômicos, bioquímicos e fisiológicos durante a germinação de sementes de candeia (*Eremanthus erythropappus*) (DC.) MacLeish. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 30, n.2, p. 171-176, 2008.
- DAVIDE, A. C.; MELO, L. A. de. Produção de mudas de candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia**: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2012, p. 43-60.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese)**. R package version 1.2.0. 2018. Disponível em: <<https://cran.rproject.org/web/packages/ExpDes.pt/index.html>>.
- GALASTRI, N. A.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Vernonia platensis* (Spreng.) Less. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasilica**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 73-83, 2010.
- GODINHO, T. F. **Pré-melhoramento de *Eremanthus incanus*: germinação, teste de progênes em fase juvenil e divergência genética por meio de marcadores moleculares**. 2019. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina MG, 2019.
- GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 36-40, 2013.
- HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. 299 p.
- LIMA, T. M.; MENDONÇA, A. V. R.; PAIXÃO, C. C.; FREITAS, T. A. S.; MOREIRA, R. F. C. Influence of temperature and photoperiod on the germination of *Senegalia bahiensis* seeds. **Semina-Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 1103-1114, 2017.

MACHADO, L.L.; RAMOS, M.L.G.; CALDAS, L.S.; VIVALDI, L.J. Selection of parents and clones of mangabeira for in vitro cultivation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 431-435, 2004.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; CABRAL, C. M.; LARA, R. O.; AMARAL, C. S. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 139-147, 2012.

MARSHALL, D. L. Effect of seed size on seedling success in three species of *Sesbania* (Fabaceae). **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 73, n. 4, p. 457-464, 1986.

MEDIA CYBERNETICS. Image-Pro Plus - application notes. Silver Spring: Media Cybernetics; 2002. Disponível em: URL: <http://www.mediacy.com/action.htm>.

MEIRA JUNIOR, M. S.; MACHADO, E. L. M.; PEREIRA, I. M.; MOTA, S. da L. L. Distribuição Espacial de *Eremanthus incanus* (Less). (Asteraceae) em duas áreas com diferentes níveis de conservação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 27-31, 2017.

MONDO, V. H. V.; CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

MONTEIRO, R. A.; FIOREZE, S. L.; NOVAES, M. A. G. Variabilidade genética de matrizes de *Erythrina speciosa* a partir de caracteres morfológicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 15, n. 1, p. 48-55, 2016.

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2018. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 2 abr. 2020.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R. C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.48, n.2, p.318-327, 2017.

ROSA, T. L. M.; ARAÚJO, C. P.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R.; LOPES, J. C. Biometry and genetic diversity of paradise nut genotypes (Lecythidaceae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, e00240, 2019.

SANTOS, F. S.; PAULA, R. C.; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J.; Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.

SANTOS, L.; Oliveira, M.; NOGUEIRA, G.; PEREIRA, I.; SILVA, M. Idade Relativa e Tempo de Passagem para *Eremanthus incanus* (Less.) Less em Uma Área em Recuperação no Município de Diamantina, MG. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 24, e20150262, 2017.

SANTOS, W.; AGUIAR, A. V.; SOUZA, D. C. L.; DINI, D. G. T.; SOUZA, F. B.; DALASTRA, C.; MACHADO, J. A. R.; SOUSA, V. A.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M.

L. M. Genetic variation and effective population size in *Dipteryx alata* progênies in Pederneiras, São Paulo, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 42, n. 3, e420310, 2018.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012. 329p.

SOBRINHO, S. P.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; LUZ, P. B.; CAMILI, E. C. Caracterização física de frutos e sementes de *Lafoensia pacari*, *Alibertia edulis* e *Genipa americana*. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 40, n. 2, p. 382-389, 2017.

SOUZA, P. F.; SANTANA, R. C.; FERNANDES, J. S. C.; OLIVEIRA, L. F. R.; MACHADO, E. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, M. L. R. Germinação e Crescimento Inicial Entre Matrizes de Duas Espécies do Gênero *Hymenaea*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 532-540, 2015.

TONETTI, O. A. O. **Melhoria da qualidade física e estudo da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish)**. 2004. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras. Lavras MG, 2004.

VELTEN, S. B.; GARCIA, Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 19, n. 4, p. 753-761, 2005.

VIEIRA, F. A.; FAJARDO, C. G.; CARVALHO, D. Floral biology of candeia (*Eremanthus erythropappus*, Asteraceae). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 477-481, 2012.

WERPACHOWSKI, J. S., VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Ocorrência de apomixia e partenocarpia em algumas espécies subtropicais de Asteraceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p.607-613, 2004.

CAPÍTULO 3 - EMERGÊNCIA, CRESCIMENTO INICIAL E QUALIDADE DE MUDAS DE MATRIZES DE *Eremanthus incanus* (Less.) Less.

RESUMO

A candeia (*Eremanthus incanus*) é uma árvore de significativa importância na biodiversidade brasileira, com valor econômico, ecológico e social. Dentre os estudos com a espécie, conhecer sua variabilidade é de suma importância para fins de melhoramento e conservação genética. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a emergência, o crescimento inicial em viveiro e a qualidade de mudas de diferentes matrizes de *Eremanthus incanus*, assim como verificar a existência e o grau de correlação entre as variáveis. As sementes, oriundas de polinização aberta, foram coletadas de 10 árvores matrizes, em outubro de 2018, na região de Diamantina-MG, beneficiadas e armazenadas em câmara fria até o momento da instalação dos experimentos. O primeiro experimento foi instalado em casa de vegetação, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e 10 tratamentos (matrizes), com parcelas de 54 tubetes, contendo seis sementes cada. Semanalmente, durante 42 dias, avaliou-se a emergência das plântulas e na saída da casa de vegetação, aos 60 dias, avaliou-se a sobrevivência. O segundo experimento foi instalado em blocos casualizados, com quatro repetições e 9 tratamentos (matrizes) com 10 plantas por parcela. Este foi conduzido inicialmente em casa de sombra e posteriormente em área de pleno sol. Quinzenalmente, dos 75 aos 180 dias após a semeadura, avaliou-se a altura da parte aérea, o diâmetro do coleto e o percentual de sobrevivência das mudas. Aos 180 dias, também foi realizada a quantificação do peso de matéria seca da parte aérea e radicular de todas as mudas. Os resultados obtidos permitem concluir que os efeitos de matrizes de *Eremanthus incanus* sobre suas descendentes por via seminal são significativos para o caráter emergência e para os caracteres: altura; diâmetro do coleto; peso de matéria seca (parte aérea, raiz e total) e índice de qualidade de Dickson, implicando na possibilidade de sucesso na seleção para tais características. As estimativas de correlação entre as características em apreço e a taxa de emergência, embora não significativas, são todas positivas, não havendo problemas nas respostas correlacionadas para a seleção de quaisquer destas características. A existência de correlações significativas e positivas, variando de moderadas a altas, entre as variáveis de crescimento e qualidade de mudas, evidencia a possibilidade de uma seleção indireta.

Palavras-chave: Melhoramento. Sementes florestais. Mudas florestais. Teste de progênes.

ABSTRACT

Candeia (*Eremanthus incanus*) is a tree of significant importance in Brazilian biodiversity, with economic, ecological and social value. Among the studies with the species, knowing its variability is of paramount importance for the purposes of breeding and genetic conservation. Thus, the objective of this work was to evaluate the emergence, the initial growth in the nursery and the quality of seedlings of different matrices of *Eremanthus incanus*, as well as to verify the existence and the degree of correlation between the variables. The seeds, originated from open pollination, were collected from 10 matrix trees, in October 2018, in the region of Diamantina-MG, processed and stored in a cold chamber until the moment of the installation of the experiments. The first experiment was installed in a greenhouse, in a randomized block design, with four replications and 10 treatments (matrices), with plots of 54 tubes, containing six seeds each. Weekly, for 42 days, the seedling emergence was evaluated and at the exit of the greenhouse, at 60 days, survival was assessed. The second experiment was installed in randomized blocks, with four replications and 9 treatments (matrices) with 10 plants per plot. This was conducted initially in the shadow house and later in acclimation sun area. Fortnightly, from 75 to 180 days after sowing, the height of the aerial part, the diameter of the collection and the percentage of survival of the seedlings were evaluated. At 180 days, the dry matter weight of the aerial and root parts of all seedlings was also quantified. The results obtained allow us to conclude that the effects of matrices of *Eremanthus incanus* on their descendants by seminal route are significant for the emergence character and for the characters: height; collection diameter; dry matter weight (aerial, root and total) and Dickson's quality index, implying the possibility of successful selection for such characteristics. The correlation estimates between the characteristics in question and the emergence rate, although not significant, are all positive, with no problems in the correlated responses for the selection of any of these characteristics. The existence of significant and positive correlations, ranging from moderate to high, between the variables of growth and quality of seedlings, shows the possibility of an indirect selection.

Keywords: Breeding. Forest seeds. Forest seedlings. Progeny test.

1 INTRODUÇÃO

A candeia, *Eremanthus incanus* (Less.) Less, é uma espécie nativa brasileira de significativa importância econômica, ecológica e social. Dela são extraídos produtos de alto valor no mercado, como o óleo essencial alfabisabolol e sua madeira de elevada resistência natural, que servem como fonte alternativa de renda para os proprietários rurais de suas regiões de ocorrência (SCOLFORO *et al.*, 2012).

Na maioria dos casos, para obtenção desses produtos, é realizada a exploração predatória de candeais nativos que, na melhor das hipóteses, é amparada por planos de manejo. Entretanto, o acesso a esses candeais é cada vez mais restrito. A alternativa que as empresas estão adotando é o plantio comercial de candeais, mas pouco se sabe sobre o seu cultivo e a maioria das informações, até então, vieram dos candeais nativos ou de experimentos em nível de laboratório e viveiro (OLIVEIRA *et al.*, 2011; MIRANDA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017; MIRANDA *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2019; SANTOS, 2019).

Além disso, a produção de mudas tem sido realizada exclusivamente via seminal e com materiais genéticos sem nenhum grau de melhoramento. Dessa forma, torna-se necessária a seleção de genótipos de candeia com melhor desempenho em relação ao crescimento, desenvolvimento e adaptabilidade, a fim de aumentar o potencial produtivo dos povoamentos, elevando o retorno econômico a quem cultiva a espécie e diminuindo a pressão sobre os candeais nativos (MELO *et al.*, 2012). Nesta perspectiva, os programas de melhoramento genético com espécies nativas têm grande importância ecológica para os ecossistemas de que participam, principalmente por propiciar a valorização da espécie, a sua conservação e seu cultivo (SANTOS *et al.*, 2014).

Na literatura, avaliações em nível de árvore matriz ainda são incipientes em se tratando de *Eremanthus incanus*. Trabalhos dessa natureza são importantes, tendo em vista que dentro de uma mesma espécie, podem existir variações individuais entre árvores devido às influências ambientais e também das próprias diferenças genéticas entre os indivíduos (SOUZA *et al.*, 2015). Assim, estudos envolvendo a emergência e o crescimento de mudas provenientes de matrizes selecionadas, apresentam grande valor para o conhecimento genético da espécie e exploração da sua variabilidade, com perspectivas de ganhos nos plantios florestais (BOTIN, 2015).

Neste sentido, com o intuito de contribuir com o melhoramento da candeia e, conseqüentemente, revelar materiais genéticos que evidenciem as características desejáveis

para a cadeia produtiva da espécie, objetivou-se neste estudo avaliar a emergência, o crescimento inicial em viveiro e a qualidade de mudas de diferentes matrizes de *Eremanthus incanus*, assim como verificar a existência e o grau de correlação entre as variáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Definição da população de trabalho

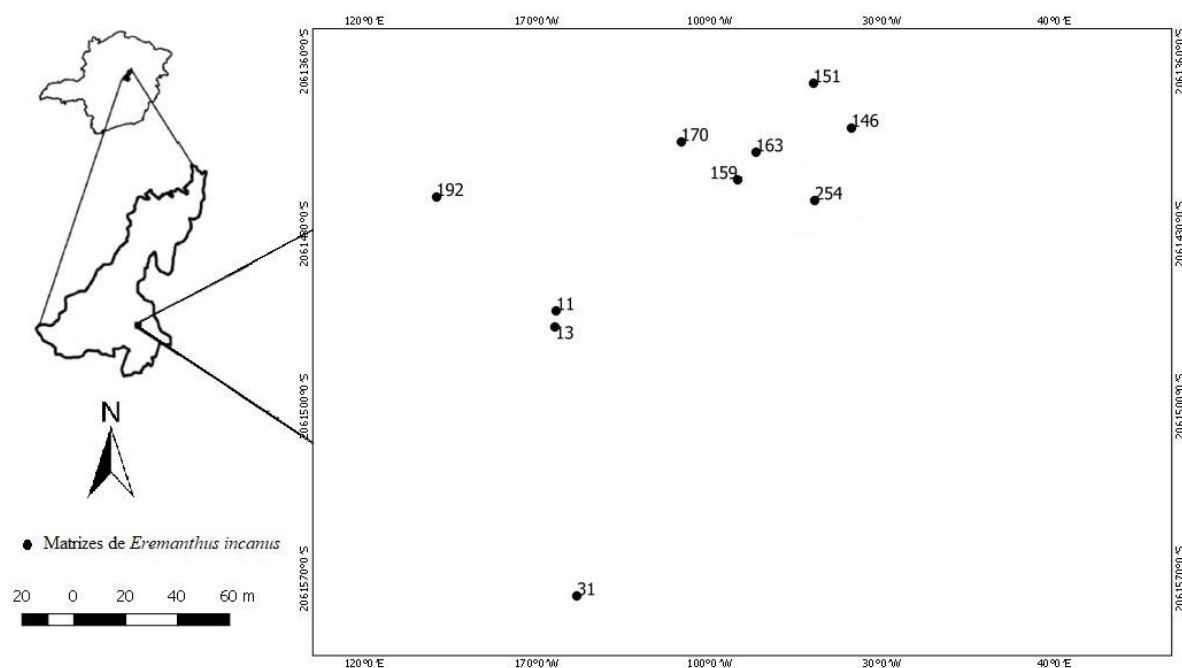
A população de candeias alvo do estudo está localizada na região de Diamantina, em Minas Gerais, em uma área de aproximadamente 2,15 hectares, onde funcionava um antigo depósito de lixo da cidade. Tal local fora desativado e isolado em 2002 para fins de restauração (MACHADO *et al.*, 2012) e encontra-se nas coordenadas 18°12'17'' de latitude Sul e 43°34'08'' de longitude Oeste, no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), região do Alto Jequitinhonha, no Complexo da Serra do Espinhaço, a uma altitude de aproximadamente 1400 m (SANTOS *et al.*, 2017). O material botânico da espécie compõe o banco de dados do Herbário Dendrológico Jeanine Felfili, cuja exsicata possui registro HDJF – 3988.

O clima da região está classificado por Köppen como Cwb, tipicamente tropical, com verões brandos e úmidos entre os meses de outubro e abril, e invernos mais frescos e secos entre os meses de junho e agosto. O regime pluviométrico está caracterizado por apresentar precipitação média anual com valores variando de 1250 a 1550 mm e a temperatura média anual está com valores próximos de 18°C (SANTOS *et al.*, 2017).

2.2 Seleção das matrizes, coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes

As sementes foram oriundas de polinização aberta de 10 árvores matrizes de *Eremanthus incanus*, selecionadas fenotipicamente, com base no vigor, tronco cilíndrico, boas condições fitossanitárias e produção de sementes (Figura 1).

Figura 1- Distribuição espacial das matrizes selecionadas de *Eremanthus incanus*, localizadas na UFVJM (Campus JK), no município de Diamantina/MG.

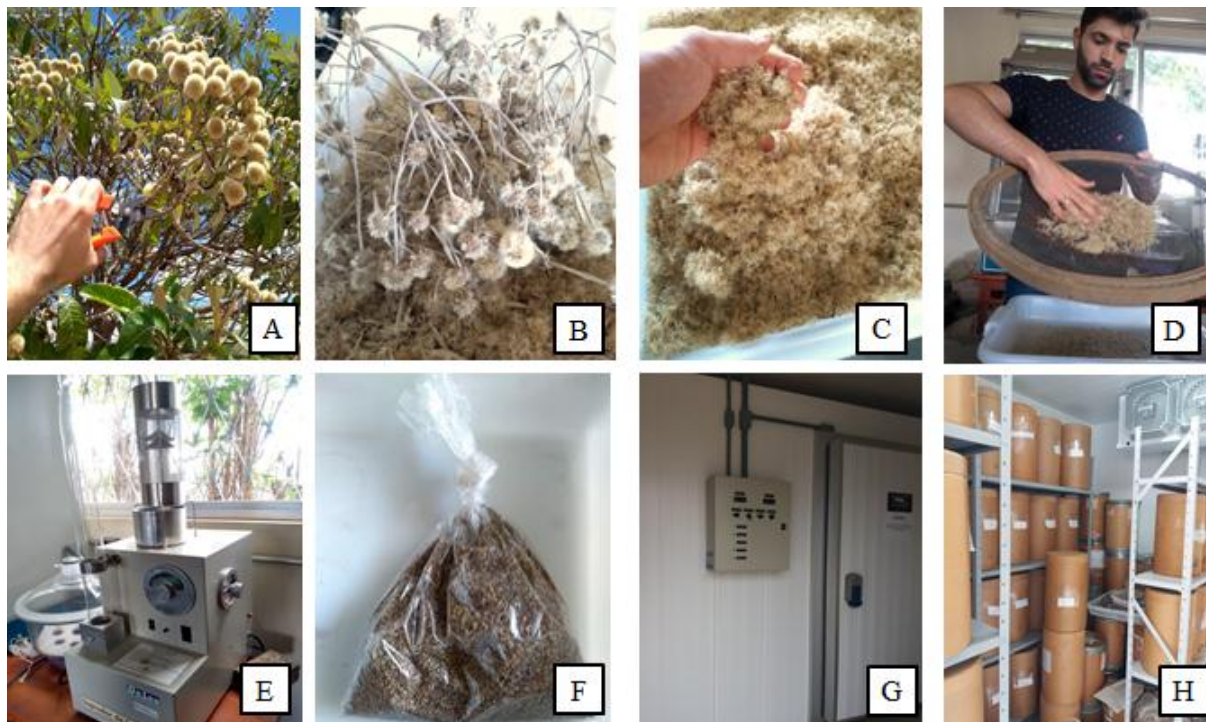


Fonte: O autor.

A partir dos indivíduos selecionados, em outubro de 2018 foram coletados ramos com as infrutescências de cada uma das matrizes, no início do processo de dispersão de seus diásporos com o auxílio de uma tesoura de poda (Figura 2A). Terminada a coleta, o material obtido foi transferido para o Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF), do Departamento de Engenharia Florestal (DEF), no Campus JK, da UFVJM, onde se executou o beneficiamento das sementes.

O beneficiamento se iniciou manualmente com o desprendimento das sementes das infrutescências (Figura 2B, C). Para separação das sementes do material indesejável, utilizou-se uma peneira de malha média (Figura 2D) e em seguida, o material recolhido na bandeja foi passado no soprador, buscando-se obter sementes com maior pureza e qualidade física (Figura 2E). As sementes de cada matriz foram, então, acondicionadas em embalagem semipermeável (Figura 2F), colocadas dentro de tamboretas de fibra (Figura 2H) e armazenadas em câmara fria, com temperatura média de 6°C e umidade relativa média de 40% (Figura 2G), até o momento da instalação dos experimentos (aproximadamente 12 meses).

Figura 2- Coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes de *Eremanthus incanus*. A) Coleta das infrutescências. B-C) Desprendimento das sementes das infrutescências. D) Separação das sementes do material indesejável, com auxílio de uma peneira de malha média. E) Soprador de sementes para remoção das impurezas. F) Sementes beneficiadas e acondicionadas em embalagem semipermeável. G) Câmara fria. H) Tamboretes de fibra armazenados em câmara fria.



Fonte: O autor.

2.3 Emergência e sobrevivência de plântulas de *Eremanthus incanus* em casa de vegetação

O experimento foi instalado no mês de setembro de 2019 e todas as etapas foram desenvolvidas no CIPEF/DEF/UFVJM.

A semeadura foi realizada diretamente em tubetes com capacidade de 180 cm³, colocando-se seis sementes por recipiente. O substrato utilizado foi composto por uma mistura de 40% de vermiculita, 40% de fibra de coco e 20% de casca de arroz, acrescido de 5 quilos de superfosfato simples e 600 gramas de Osmocote[®] na proporção de 15-9-12 (NPK), com liberação variando de 12 a 14 meses, a cada 100 litros de substrato. Para a cobertura das sementes foi utilizada uma fina camada peneirada de substrato (Figura 3A).

Após a semeadura, as bandejas foram conduzidas para casa de vegetação coberta com filme de PVC de 150 microns de espessura e tela de sombreamento com redução da luminosidade em 50%, onde permaneceram por 60 dias (Figura 3B). A irrigação foi realizada diariamente por nebulização (nebulizador FOGGER com vazão de 28 L h⁻¹), durante 30 segundos, a cada 20 minutos, conforme o padrão operacional do viveiro.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com 10 tratamentos (matrizes), quatro repetições e 54 tubetes por parcela.

As avaliações de emergência (Figura 3C) foram realizadas semanalmente a partir do sétimo dia da semeadura, anotando-se o número de plântulas que apresentaram o cotilédone acima da superfície do substrato e prosseguiram até a taxa de emergência mostrar-se constante. Passados 30 dias da semeadura realizou-se o raleio, eliminando-se as plântulas excedentes em cada recipiente, deixando apenas a mais vigorosa. Na saída da casa de vegetação, aos 60 dias, avaliou-se a sobrevivência das plântulas.

2.4 Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Eremanthus incanus*

Para avaliação do crescimento inicial das mudas, o experimento foi conduzido inicialmente na casa de sombra (Figura 3D) e posteriormente em área de pleno sol (Figura 3E), no período de novembro de 2019 a março de 2020.

Desta forma, 60 dias após a semeadura, as mudas sobreviventes de cada matriz foram transferidas para casa de sombra coberta com tela de sombreamento de 50% e com cinco irrigações diárias de cinco minutos (microaspersor bailarina invertida, com vazão de 85 L h⁻¹), seguindo um delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e 9 tratamentos (matrizes) distribuídos em parcelas com 10 plantas, onde permaneceram até os 105 dias. A matriz 31 não foi incluída no experimento em razão do baixo percentual de emergência, não apresentando, portanto, mudas em quantidade suficiente para compor as parcelas.

Após esse período, o experimento foi transferido para a área de rustificação em pleno sol, mantendo-se o arranjo e delineamento experimental, onde permaneceu até os 180 dias. A irrigação foi feita por sistema de microaspersão, com vazão de 200 L h⁻¹, durante cinco minutos, seis vezes ao dia.

Quinzenalmente, em ambas as estruturas, avaliou-se a altura da parte aérea (H, cm), medida da base da muda até o meristema apical, com auxílio de uma régua milimetrada (Figura 3F); o diâmetro do coleto (DC, mm) ao nível do substrato, com um paquímetro digital (Figura 3G); e o percentual de sobrevivência (SOB) das mudas. É oportuno ressaltar que, durante todo o período experimental teve-se o controle de cada indivíduo dentro da parcela.

Figura 3- Emergência e crescimento inicial de mudas de *Eremanthus incanus*, provenientes de diferentes matrizes. A) Tubetes preenchidos com substrato para sementeira. B) Experimento instalado em casa de vegetação para avaliação da emergência. C) Plântula emergida. D) Experimento em casa de sombra para avaliações de crescimento inicial das mudas. E) Experimento em área de pleno sol para avaliações de crescimento inicial das mudas. F) Medição da altura com auxílio de uma régua milimetrada. G) Medição do diâmetro do coleto com paquímetro digital.



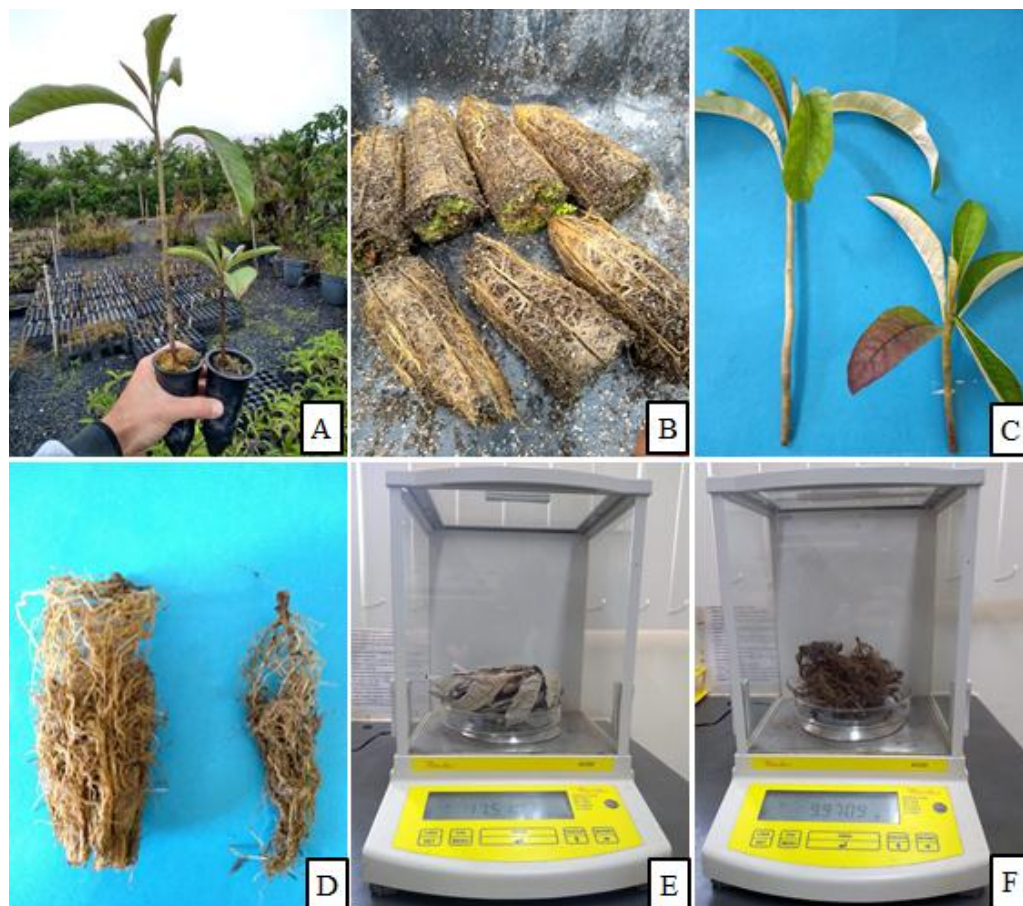
Fonte: O autor.

Aos 180 dias após a sementeira, todas as mudas foram retiradas dos tubetes e divididas em parte aérea e raiz a partir de um corte na altura do colo da muda, sendo o sistema radicular separado do substrato mediante lavagem com água corrente, sobre peneira para evitar a perda de raízes. Posteriormente, ambas as partes foram colocadas separadamente em sacos de papel Kraft devidamente identificados e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 48 horas. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica para determinação das variáveis peso de matéria seca da parte aérea (MSPA, g), da raiz (MSR, g) e total (MST, g) (Figura 4). Com base nos dados, as matrizes foram avaliadas quanto à qualidade das mudas usando como referência o Índice de Qualidade de Dickson - IQD (DICKSON *et al.*, 1960), por meio da seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}}$$

Em que: MST - peso de matéria seca total (g); H - altura da parte aérea (cm); DC - diâmetro do coleto (mm); MSPA - peso de matéria seca da parte aérea (g); MSR - peso de matéria seca de raiz (g).

Figura 4- Quantificação do peso de matéria seca de mudas de *Eremanthus incanus*. A) Mudas aos 180 dias após a semeadura: à esquerda, muda proveniente da matriz 170 e à direita, da matriz 11. B) Torrão com sistema radicular agregado ao substrato. C) Parte aérea. D) Sistema radicular lavado e separado do substrato. E-F) Pesagem do material em balança analítica, após secagem em estufa, para determinação do peso de matéria seca da parte aérea e da raiz.



Fonte: O autor.

2.5 Análise dos dados

Inicialmente, os dados coletados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos resíduos e ao teste de Bartlett para verificar a homogeneidade entre as variâncias. Atendidas a essas duas pressuposições da estatística paramétrica, procedeu-se com a análise de variância (ANOVA), seguida pelo Teste de Scott Knott, a 5% de significância quando detectadas variações significativas entre as matrizes avaliadas. Quando os dados não atenderam a pelo menos uma das pressuposições da ANOVA, estes foram transformados pelo método Box-Cox. Para verificar a relação entre duas ou mais variáveis, foi realizada análise de correlação de Pearson a 5% de significância.

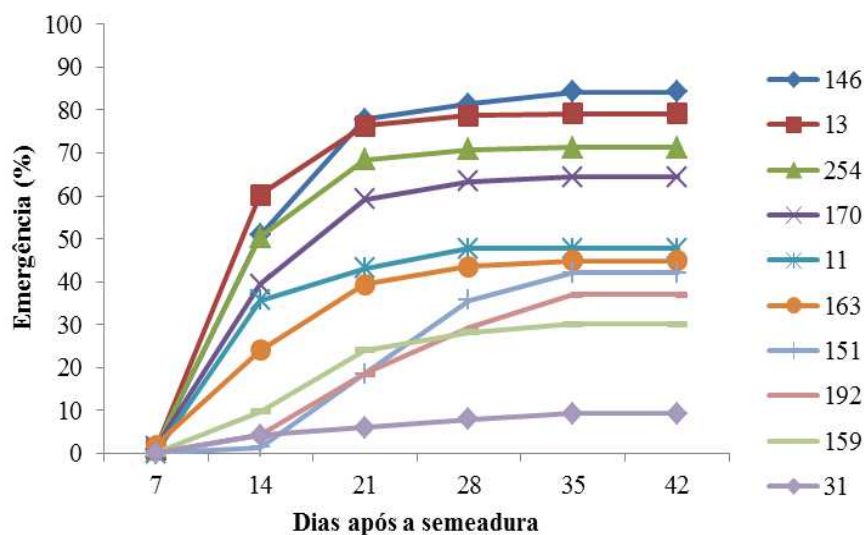
As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2018) e do pacote ExpDes.pt, versão 1.2.0 (FERREIRA *et al.*, 2018).

3 RESULTADOS

3.1 Emergência e sobrevivência de plântulas de *Eremanthus incanus* em casa de vegetação

A emergência das plântulas de *Eremanthus incanus* iniciou-se no 7º dia após a semeadura para as matrizes 13, 146, 254 e 170. No 14º dia de avaliação, todas as matrizes possuíam pelo menos uma plântula emergida. A emergência perdurou até os 28 dias para a matriz 11 e até os 35 dias para as demais matrizes (Figura 5).

Figura 5- Curvas do percentual de emergência das plântulas de dez matrizes de *Eremanthus incanus*, durante 42 dias.



De acordo com a análise de variância, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as matrizes em relação ao percentual final de emergência (Tabela 1).

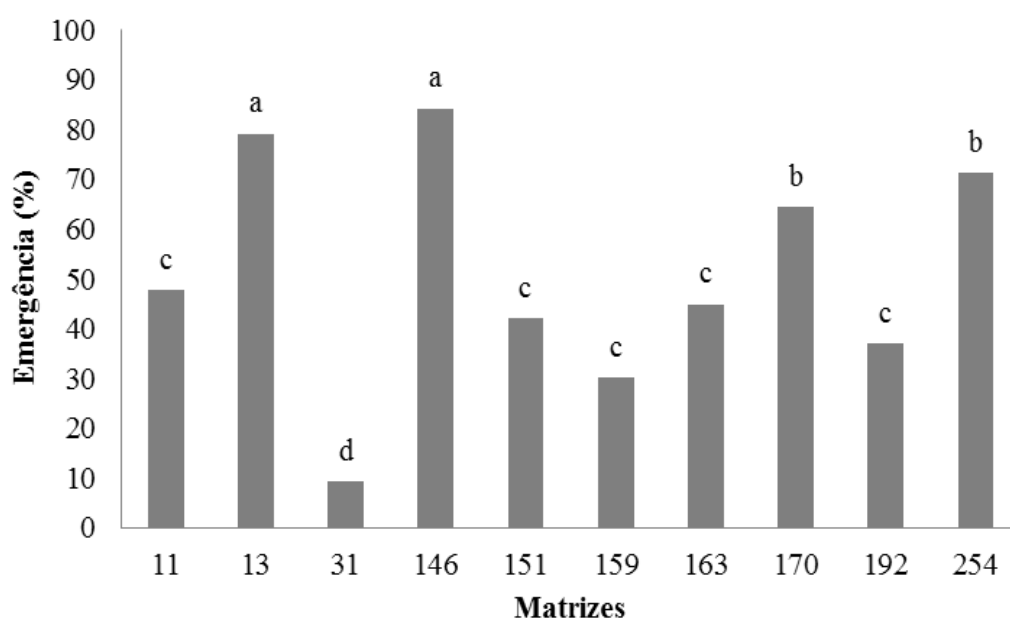
Tabela 1- Resumo da análise de variância referente ao percentual final de emergência (%E) das plântulas de dez matrizes de *Eremanthus incanus*.

FV	GL	Quadrado Médio
		%E
Matrizes	9	2218,18*
Bloco	3	10,17 ^{ns}
Resíduo	27	85,81
CV _{exp} (%)		18,16

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV_{exp}: Coeficiente de variação experimental; * Diferença significativa a 5% de significância; ^{ns} Diferença não significativa a 5% de significância.

As matrizes foram divididas em quatro grupos, pelo teste de Scott-Knott (Figura 6), em que as matrizes 146 e 13 compuseram o grupo das maiores médias, com valores de emergência de 84,26 e 79,17%, respectivamente. O segundo grupo reuniu as matrizes 254 e 170 que apresentaram, respectivamente, 71,3 e 64,35% de emergência. O terceiro grupo foi formado pela maioria das matrizes (matrizes 11, 163, 151, 192 e 159), com percentuais de emergência variando de 30,09% (matriz 159) a 47,69 (matriz 11). Por fim, a matriz 31 formou um grupo isolado, com apenas 9,26% de emergência. No conjunto das 10 matrizes estudadas, a média geral para o percentual de emergência foi de 51,02%.

Figura 6- Percentual final de emergência das plântulas de dez matrizes de *Eremanthus incanus*. Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.



Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as matrizes para a sobrevivência das plântulas na saída da casa de vegetação, aos 60 dias (Tabela 2). Observou-se que o percentual de sobrevivência foi de alta magnitude (Figura 7); no conjunto das 10 matrizes estudadas, a média geral foi de 87,83%, variando de 72,22% (matriz 31) a 97,21% (matriz 146).

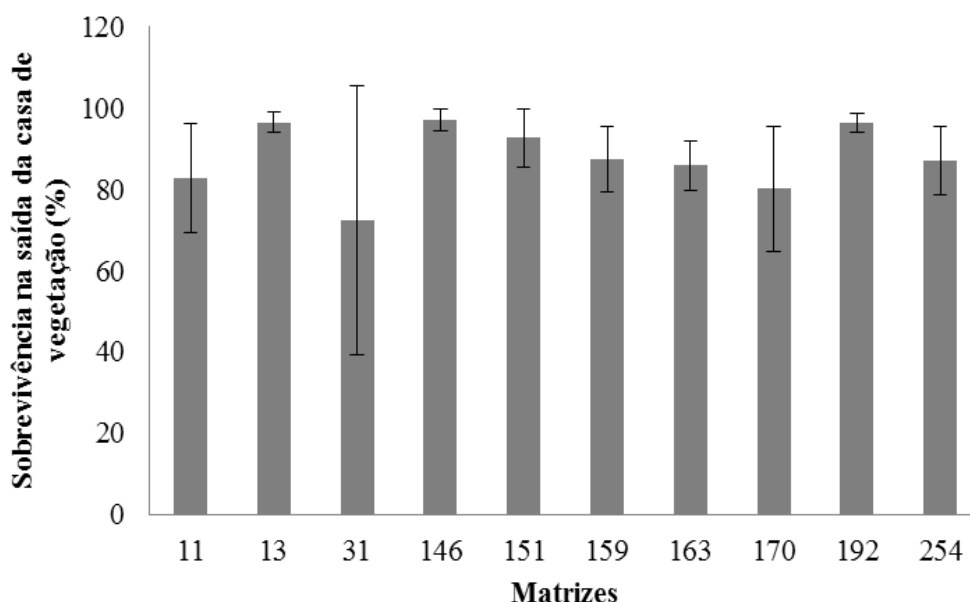
Tabela 2- Resumo da análise de variância referente à sobrevivência (%SOB) de plântulas de dez matrizes de *Eremanthus incanus*, na saída da casa de vegetação, aos 60 dias.

FV	GL	Quadrado Médio
		%SOB ¹
Matrizes	9	3,67e+10 ^{ns}
Bloco	3	1,33e+10 ^{ns}
Resíduo	27	1,89e+10
CV _{exp} (%)		30,53

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV_{exp}: Coeficiente de variação experimental; ^{ns} Diferença não significativa a 5% de significância.

¹ Dados transformados pelo método Box-Cox.

Figura 7- Sobrevivência de plântulas de dez matrizes de *Eremanthus incanus*, na saída da casa de vegetação, aos 60 dias. As barras indicam o desvio padrão.



3.2 Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Eremanthus incanus*

A altura e o diâmetro das mudas mantiveram-se crescentes até o final das avaliações (Figuras 8 e 9). Foram verificadas diferenças entre as matrizes e duas tendências de comportamento nas curvas de crescimento: uma fase em que o crescimento é mais acelerado, e outra em que as plantas crescem mais lentamente, quando a taxa de aumento começa a desacelerar. Com relação à sobrevivência (Figura 10), as mudas provenientes da matriz 13 permaneceram vivas durante todo o período experimental. Nas matrizes 170 e 163, a taxa de sobrevivência se manteve praticamente constante até o fim das avaliações e nas demais matrizes reduziu ao longo do tempo.

Figura 8- Crescimento em altura (cm) das mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus* avaliadas quinzenalmente, dos 75 aos 180 dias após a semeadura.

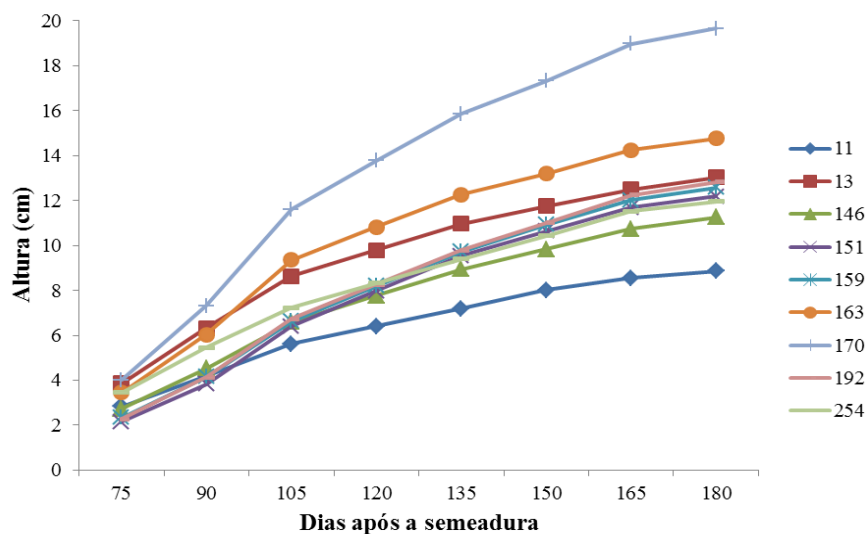


Figura 9- Crescimento em diâmetro (mm) das mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus* avaliadas quinzenalmente, dos 75 aos 180 dias após a semeadura.

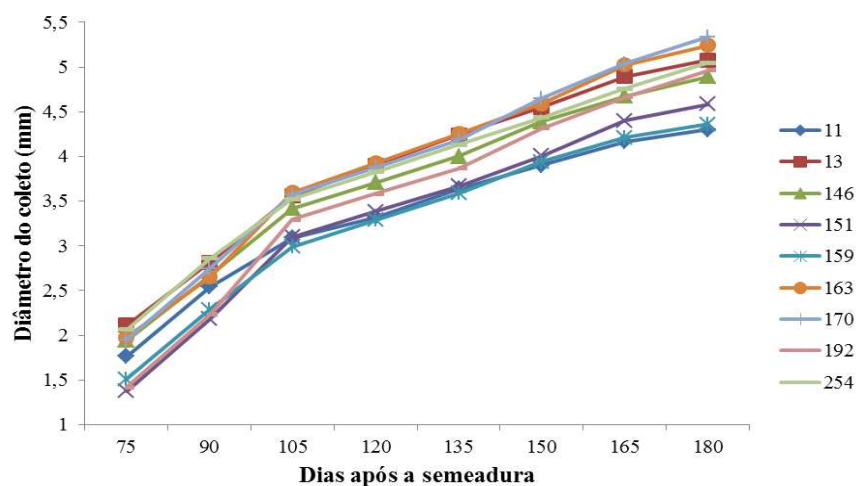
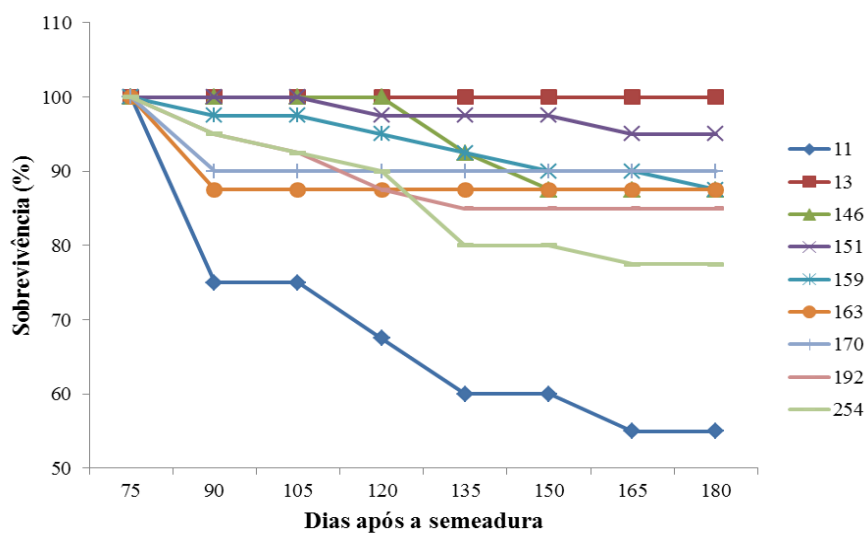


Figura 10- Percentual de sobrevivência das mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus* avaliadas quinzenalmente, dos 75 aos 180 dias após a semeadura.



Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as matrizes quanto ao crescimento em altura, diâmetro do coleto e percentual de sobrevivência das mudas, aos 90, 120, 150 e 180 dias após a semeadura (Tabela 3). Os valores médios das características avaliadas são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3- Resumo da análise de variância referente à altura (H), diâmetro do coleto (DC) e sobrevivência (SOB) de mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus*, aos 90, 120, 150 e 180 dias após a semeadura.

FV	GL	Quadrados médios			
		H90	H120	H150	H180
		----- Altura (cm) -----			
Matrizes	8	6,04*	18,77*	27,11*	34,86*
Bloco	3	0,36 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Resíduo	24	0,31	0,67	0,90	1,05
CV _{exp} (%)		10,92	9,07	8,26	7,87
		DC90	DC120	DC150 ¹	DC180
		----- Diâmetro do coleto (mm) -----			
Matrizes	8	0,27*	0,27*	195,52*	0,55*
Bloco	3	0,01 ^{ns}	0,11*	41,22 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Resíduo	24	0,03	0,02	17,65	0,04
CV _{exp} (%)		6,42	3,80	12,43	3,87
		SOB90	SOB120 ¹	SOB150	SOB180 ¹
		----- Sobrevivência (%) -----			
Matrizes	8	268,75*	4,05e+15*	538,19*	2495444*
Bloco	3	96,30 ^{ns}	7,65e+14 ^{ns}	39,81 ^{ns}	364752 ^{ns}
Resíduo	24	73,38	1,12e+15	58,56	284683
CV _{exp} (%)		9,18	35,08	8,86	17,54

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV_{exp}: Coeficiente de variação experimental; *Diferença significativa a 5% de significância; ^{ns} Diferença não significativa a 5% de significância.

¹ Dados transformados pelo método Box-Cox.

Tabela 4- Valores médios referentes às variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC) e sobrevivência (SOB) de mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus*, aos 90, 120, 150 e 180 dias após a semeadura.

----- Altura (cm) -----							
Matriz	H90	Matriz	H120	Matriz	H150	Matriz	H180
170	7,31 a	170	13,76 a	170	17,33 a	170	19,66 a
13	6,33 b	163	10,82 b	163	13,19 b	163	14,77 b
163	6,03 b	13	9,79 c	13	11,75 c	13	13,03 c
254	5,46 b	254	8,32 d	192	11,01 c	192	12,83 c
146	4,52 c	192	8,27 d	159	10,92 c	159	12,58 c
11	4,18 c	159	8,21 d	151	10,63 c	151	12,18 c
159	4,15 c	151	7,98 d	254	10,44 c	254	11,95 c
192	4,13 c	146	7,77 d	146	9,83 d	146	11,25 c
151	3,81 c	11	6,40 e	11	8,02 e	11	8,85 d
----- Diâmetro do coleto (mm) -----							
Matriz	DC90	Matriz	DC120	Matriz	DC150	Matriz	DC180
254	2,86 a	163	3,93 a	170	4,65 a	170	5,34 a
13	2,82 a	13	3,90 a	163	4,59 a	163	5,24 a
170	2,75 a	170	3,88 a	13	4,55 a	13	5,08 b
146	2,67 a	254	3,83 a	254	4,44 b	254	5,05 b
163	2,65 a	146	3,71 a	146	4,39 b	192	4,96 b
11	2,54 a	192	3,58 b	192	4,32 b	146	4,89 b
159	2,29 b	151	3,38 c	151	4,01 c	151	4,58 c
192	2,23 b	11	3,32 c	159	3,94 c	159	4,36 c
151	2,18 b	159	3,29 c	11	3,90 c	11	4,30 c
----- Sobrevivência (%) -----							
Matriz	SOB90	Matriz	SOB120	Matriz	SOB150	Matriz	SOB180
13	100,0 a	13	100,0 a	13	100,0 a	13	100,0 a
146	100,0 a	146	100,0 a	151	97,5 a	151	95,0 a
151	100,0 a	151	97,5 a	159	90,0 b	170	90,0 b
159	97,5 a	159	95,0 a	170	90,0 b	159	87,5 b
192	95,0 a	254	90,0 b	146	87,5 b	146	87,5 b
254	95,0 a	170	90,0 b	163	87,5 b	163	87,5 b
170	90,0 b	192	87,5 b	192	85,0 b	192	85,0 b
163	87,5 b	163	87,5 b	254	80,0 b	254	77,5 b
11	75,0 c	11	67,5 c	11	60,0 c	11	55,0 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Ao longo do período de avaliação, o ranqueamento das matrizes sofreu variações (Tabela 4). Considerando o crescimento em altura, a matriz 170 destacou-se entre as demais

por ter apresentado as maiores médias desde o início, constituindo um grupo isolado aos 90, 120, 150 e 180 dias.

Com relação ao diâmetro do coleto, aos 90 dias, a maior média foi encontrada para a matriz 254 (2,86 mm), a qual foi similar, estatisticamente, aos valores encontrados para as matrizes 13, 170, 146, 163 e 11. Aos 120 dias, estas mesmas matrizes, com exceção da matriz 11, compuseram o grupo das maiores médias, sem diferirem estatisticamente entre si, embora tenham se apresentado em ordem diferente de superioridade, quando comparadas com a avaliação anterior, em termos de valores absolutos. Aos 150 e aos 180 dias, a maior média de diâmetro foi encontrada para a matriz 170 (4,65 mm e 5,34 mm, respectivamente), que foi similar, estatisticamente à matriz 163 (4,59 mm e 5,24 mm, respectivamente).

Quanto à sobrevivência das mudas, aos 90 dias, seis das nove matrizes foram reunidas em único grupo, com sobrevivência variando de 95 (matrizes 192 e 254) a 100% (matrizes 13, 146 e 151). Aos 120 dias, as matrizes 13, 146, 151 e 159 continuaram compondo o grupo das maiores médias, enquanto as matrizes 192 e 254 foram reunidas no segundo grupo, juntamente com as matrizes 170 e 163. Aos 150 e 180 dias, as matrizes foram reagrupadas, e nas duas avaliações a maior média de sobrevivência foi encontrada para a matriz 13 (100,0%), a qual foi similar, estatisticamente, à matriz 151 (97,5 e 95,0%, respectivamente). É oportuno ressaltar que, a matriz 11 constituiu um grupo isolado aos 90, 120, 150 e 180 dias, com expressiva queda na taxa de sobrevivência ao longo de todo o período experimental. Além do mais, foi a que, de maneira geral, teve um menor crescimento em altura e diâmetro do coleto.

Aos 180 dias após a semeadura, a análise de variância (Tabela 5) apontou diferenças significativas entre as matrizes para as variáveis peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tabela 5- Resumo da análise de variância referente ao peso de matéria seca da parte aérea (MSPA, g), da raiz (MSR, g) e total (MST, g) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus*, aos 180 dias após a semeadura.

FV	GL	Quadrados médios			
		MSPA	MSR	MST	IQD
Matrizes	8	1,79*	1,67*	6,83*	0,23*
Bloco	3	0,10 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	24	0,11	0,12	0,42	0,03
CV _{exp} (%)		14,33	15,76	14,29	13,86

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV_{exp}: Coeficiente de variação experimental; *Diferença significativa a 5% de significância; ^{ns} Diferença não significativa a 5% de significância.

Ao avaliar as médias do peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) das mudas de *Eremanthus incanus*, pode-se observar que, a matriz 170 sobressaiu entre as demais, constituindo um grupo isolado (Tabela 6). Quanto ao índice de qualidade de Dickson, que leva em consideração os indicadores morfológicos ao mesmo tempo, nota-se que a maior média também foi encontrada para a matriz 170 (1,54), que foi similar, estatisticamente à matriz 13 (1,49).

Tabela 6- Valores médios referentes às variáveis peso de matéria seca da parte aérea (MSPA, g), da raiz (MSR, g) e total (MST, g) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus*, aos 180 dias após a semeadura.

Matriz	MSPA	Matriz	MSR	Matriz	MST	Matriz	IQD
170	3,82 a	170	3,51 a	170	7,33 a	170	1,54 a
13	2,89 b	13	2,61 b	13	5,49 b	13	1,49 a
163	2,59 c	163	2,54 b	163	5,13 b	163	1,34 b
192	2,27 c	192	2,11 c	192	4,38 c	254	1,25 b
151	2,17 c	254	2,11 c	254	4,25 c	192	1,19 b
254	2,15 c	151	1,79 c	151	3,96 c	146	1,06 c
146	1,95 d	146	1,72 c	146	3,66 c	151	1,02 c
11	1,71 d	159	1,65 c	159	3,35 c	11	0,94 c
159	1,70 d	11	1,41 c	11	3,12 c	159	0,86 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

De acordo com a análise de correlação de Pearson (Tabela 7), pode-se observar que a maioria das variáveis analisadas apresentou graus significativos de associações ($p < 0,05$). Os resultados apontam correlação forte e positiva ($0,8 \leq r < 1$) entre as variáveis MSPA, MSR e MST, as quais mostraram-se também altamente correlacionadas com a altura das mudas e com o IQD. O diâmetro do coleto demonstrou correlação moderada e positiva ($0,5 \leq r < 0,8$) com a altura, peso de matéria seca das mudas e IQD. Averiguou-se, também, correlação moderada e positiva entre a altura e o IQD. Com relação à sobrevivência das mudas, esta se correlacionou fraca e positivamente com as características de crescimento, vigor e qualidade das mudas ($0,1 \leq r < 0,5$). A emergência, por sua vez, não apresentou correlação significativa com nenhuma dessas variáveis ($p > 0,05$).

Tabela 7- Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), sobrevivência (SOB) e emergência (E) de mudas de nove matrizes de *Eremanthus incanus*.

Variável	Coeficiente de correlação							
	H	DC	MSPA	MSR	MST	IQD	SOB	E
H		0,6645*	0,8613*	0,8820*	0,8827*	0,6501*	0,4631*	0,0672 ^{ns}
DC			0,7409*	0,7312*	0,7456*	0,7852*	0,3795*	0,4845 ^{ns}
MSPA				0,9494*	0,9877*	0,8788*	0,4515*	0,3249 ^{ns}
MSR					0,9868*	0,9163*	0,4609*	0,2958 ^{ns}
MST						0,9088*	0,4620*	0,3087 ^{ns}
IQD							0,4253*	0,4941 ^{ns}

* significativo a 5% de significância; ^{ns}: valor não significativo a 5% de significância.

4 DISCUSSÃO

O ciclo de produção das mudas de *Eremanthus incanus* durou cerca de seis meses, corroborando os estudos de Davide e Melo (2012). Segundo esses autores, o planejamento da produção de mudas de candeia deve ser bastante criterioso, pois o tempo de produção é razoavelmente superior (5-6 meses), quando comparado com espécies tradicionais produzidas em viveiros comerciais, como é o caso do eucalipto (3-4 meses).

Diferentemente da germinação, que é analisada em laboratório, a emergência das plântulas pode ser observada em condições de campo ou viveiro (SANTANA *et al.*, 2010). Esta característica é dependente não só da energia contida no endosperma ou nos cotilédones (HACKBART; CORDAZZO, 2003), mas também das características físicas do substrato, além da umidade, temperatura e profundidade em que a semente é semeada (SEVERINO *et al.*, 2004).

De maneira geral, a germinação rápida e uniforme das sementes, seguida pela emergência imediata das plântulas são aspectos altamente desejáveis na produção de mudas, pois quanto mais tempo a plântula demorar a emergir e permanecer nos estágios iniciais de desenvolvimento, mais susceptível estará às adversidades do meio (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Contudo, nas espécies do Cerrado, o sucesso da germinação das sementes, assim como a emergência das plântulas é muito variável e pode atingir valores extremos dependendo da espécie (LIMA *et al.*, 2014). Essa variação pode ser verificada entre indivíduos de uma mesma população, indicando um fator genético importante a ser explorado nos programas de

melhoramento, com a possibilidade de seleção de matrizes potenciais para a produção de sementes e mudas (MACHADO *et al.*, 2004).

As diferenças observadas no percentual de emergência das matrizes de *Eremanthus incanus* do presente estudo, provavelmente são devidas, em grande parte, aos componentes genéticos, tendo em vista que as infrutescências foram coletadas no mesmo período e no início da dispersão de seus diásporos, apresentando índices de maturação semelhantes. Segundo Young *et al.* (2000), as diferenças genotípicas representam um importante componente da variação total observada em todas as características de germinação em espécies florestais, possibilitando a seleção de matrizes com o maior número de sementes viáveis.

É oportuno ressaltar que, embora as sementes de *Eremanthus incanus* sejam classificadas como ortodoxas (NERY *et al.*, 2014), o armazenamento por longo período (aproximadamente 12 meses) pode ter afetado a germinação das sementes e contribuído para os baixos percentuais de emergência de algumas matrizes.

Sobre os motivos que levam à baixa produção de sementes viáveis na família Asteraceae, Marzinek (2008) sugeriu que uma das possíveis causas desse fenômeno esteja associada à escassez de recursos maternos devido à ocorrência de inflorescências com vários capítulos e muitas flores por capítulo, o que acarretaria abortos de óvulos e sementes. Contudo, o cancelamento do investimento maternal deve ser visto não somente como uma perda de reprodução potencial, mas também como uma resposta adaptativa aos limites impostos pelos recursos disponíveis (LLOYD, 1980).

Para outros autores, o que pode ser causa das baixas taxas de germinação/emergência em sementes de Asteraceae é a apomixia, cuja ocorrência é bastante comum na família (WERPACHOWSKI *et al.*, 2004). Além disso, Velten e Garcia (2005) sugerem que autoincompatibilidade pode ser uma das possíveis causas da redução da produção de sementes viáveis em *Eremanthus*.

Um aspecto importante a ser mencionado é a área em que as sementes de *Eremanthus incanus* foram coletadas. Por se tratar de um ambiente em recuperação (antigo depósito de lixo da cidade), pode ter influenciado nas rotas dos dispersores e polinizadores, e, conseqüentemente, na reprodução da espécie (MEIRA JUNIOR *et al.*, 2017). A presença de visitantes florais em plantas da família Asteraceae, na grande maioria abelhas, cumpre importante papel na polinização e, assumindo-se que a candeia é uma espécie alógama, com dispersão anemocórica, isso pode contribuir para elevar a variabilidade genética dentro da população (VIEIRA *et al.*, 2012).

A alta sobrevivência das plântulas na saída da casa de vegetação e a ausência de diferenças significativas encontrada entre as matrizes indica que a espécie tem boa capacidade de sobreviver nos primeiros meses após a emergência. Além do mais, o adequado controle do ambiente em casa de vegetação contribuiu para garantir a manutenção dessa sobrevivência.

Com relação ao crescimento inicial das mudas, os resultados indicam um crescimento lento das mudas de candeia em viveiro, comportamento comum para grande parte das espécies nativas do cerrado (MOURA *et al.*, 2013). É importante salientar que as avaliações foram realizadas ainda na fase juvenil, quando ocorre a formação das suas estruturas vegetativas e muitos fatores ambientais e fisiológicos podem influenciar na expressão do seu desenvolvimento (LAVIOLA *et al.*, 2010). Entretanto, embora preliminares (primeiros meses de crescimento), os resultados obtidos neste estudo são promissores quanto à existência de variabilidade genética em matrizes de *Eremanthus incanus*.

As diferenças encontradas entre as matrizes em relação aos caracteres estudados, condição primordial para um programa de melhoramento, sugere a possibilidade de seleção de matrizes potenciais para a produção de mudas, como é o caso da matriz 170 que gerou mudas maiores, mais vigorosas e de melhor qualidade (IQD), e da matriz 13 que além de produzir mudas de qualidade, se destacou por apresentar 100% de sobrevivência ao longo do tempo. A sobrevivência inicial das mudas é um fator de grande importância, uma vez que garante um bom estado em fases mais avançadas de desenvolvimento (SILVA, 2015). A matriz 11, por outro lado, mostrou-se com baixo potencial para ser selecionada, pois além de apresentar reduzida taxa de emergência, obteve alta taxa de mortalidade durante todo o período experimental e o pior desempenho em relação ao crescimento e vigor das mudas.

Isso demonstra a importância de se conhecer previamente o comportamento de crescimento de mudas provenientes de diferentes matrizes antes da implantação de um programa de melhoramento genético (SOUZA *et al.*, 2015), pois se tal padrão de variação se mantiver ao longo dos anos até a fase adulta, pode-se considerar que o material genético amostrado apresenta boa variabilidade genética, sendo apropriado para a utilização em programas de melhoramento, com expectativas de obter ganhos genéticos consideráveis (BIERNASKI *et al.*, 2012).

Godinho (2019), estudando o crescimento inicial de mudas de *Eremanthus incanus*, provenientes das mesmas matrizes deste trabalho, aos 90 e 120 dias após a semeadura, também constatou diferenças entre as matrizes. Além disso, as matrizes que apresentaram desempenho superior corroboram os resultados do presente estudo. Contudo, os valores médios de altura e diâmetro obtidos pela autora foram inferiores, embora a

composição do substrato, capacidade volumétrica dos tubetes e o sistema de irrigação tenham sido os mesmos.

Um fator que pode ter interferido no crescimento das mudas é a época de produção. No trabalho realizado por Godinho (2019) o processo de produção de mudas teve início em dezembro, ao passo que no presente estudo esse processo se iniciou em setembro. Se durante a aclimação das mudas ocorrer chuvas intensas e prolongadas, o excesso de água promoverá a lixiviação de nutrientes do substrato, atrasando o crescimento e desenvolvimento das plantas, que poderão apresentar sintomas de deficiência nutricional (DAVIDE; MELO, 2012). Segundo Venturin *et al.* (2005), a ausência de fósforo (P) e nitrogênio (N) afeta drasticamente o crescimento das plantas de candeia. Além disso, o excesso de água também pode proporcionar um microclima favorável ao desenvolvimento de patógenos (MORAIS *et al.*, 2012). Por isso, o processo de produção de mudas de candeia deve ser bastante criterioso e, de acordo com Davide e Melo (2012) deve iniciar entre julho e setembro, para que as mudas estejam disponíveis com padrão de plantio no início da estação chuvosa.

É importante salientar que ao selecionar um genótipo, espera-se que suas características ou o seu desempenho sejam mantidos por toda a vida. Em espécies perenes, sucessivas avaliações dos mesmos atributos são extremamente úteis para a tomada de decisão do melhorista, a fim de aprimorar a eficiência da seleção (OLIVEIRA; MOURA, 2010; SOARES *et al.*, 2017). Através do coeficiente de repetibilidade, busca-se avaliar a capacidade de determinado genótipo em repetir a expressão do caráter e manter sua superioridade ao longo dos anos (SOARES *et al.*, 2017). Neste sentido, o emprego da repetibilidade em trabalhos futuros pode ser uma ferramenta valiosa para determinar a capacidade das matrizes de *Eremanthus incanus* repetirem a qualidade de mudas no decorrer do tempo.

O estudo de correlações permitiu verificar que, embora o percentual de emergência não tenha apresentado correlação significativa com as variáveis de crescimento, nem com o peso de matéria seca das mudas e IQD, as estimativas são todas positivas, o que significa uma preocupação a menos caso a seleção seja feita para aumentar o valor das variáveis em apreço. A variável sobrevivência apresentou para todas as relações coeficientes de correlação significativos e positivos, porém de baixa magnitude, mostrando que embora possa ser utilizada, não deve ser o único parâmetro a ser considerado na seleção das melhores matrizes de *Eremanthus incanus*. Já a altura, o diâmetro, a massa seca e o IQD relacionaram entre si com coeficientes de correlação positivos, variando de altos a moderados, indicando ser possível a utilização de seleção indireta. Tal situação é vantajosa e pode conduzir o programa de melhoramento a progressos mais rápidos, pois há a possibilidade de se obterem

ganhos em uma característica de difícil mensuração (variáveis destrutivas como MSPA e MSR), mediante a seleção prévia de uma característica de fácil medição (ex. altura e/ou diâmetro das mudas) (CRUZ *et al.*, 2012).

5 CONCLUSÕES

- Os efeitos de matrizes de *Eremanthus incanus* sobre suas descendentes por via seminal são significativos para o caráter emergência e para os caracteres: altura; diâmetro do coleto; peso de matéria seca (parte aérea, raiz e total) e índice de qualidade de Dickson, implicando na possibilidade de sucesso na seleção para tais características.
- Embora não significativas, as estimativas de correlação entre as características em apreço e a taxa de emergência são todas positivas, não havendo problemas nas respostas correlacionadas para a seleção de quaisquer destas características.
- Ganhos indiretos em diâmetro e peso de matéria seca (parte aérea, raiz e total) podem ser obtidos pela seleção em altura, tendo em vista a existência de correlações significativas e positivas, variando de moderadas a altas.

REFERÊNCIAS

- BOTIN, A. A. **Variabilidade genética e propagação em progênes de mogno africano na região norte de Mato Grosso**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Mato Grosso. Sinop MT, 2015.
- BIERNASKI, F. A.; HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênes de *Cedrela fissilis* Vell.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2012.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 2 v. 514p .
- DAVIDE, A. C.; MELO, L. A. Produção de mudas de candeia. In: SCOLFORO, J. R. S; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C., editores. **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, p. 43-60, 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ontário, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese)**. R package version 1.2.0. 2018. Disponível em: <<https://cran.rproject.org/web/packages/ExpDes.pt/index.html>>.
- GODINHO, T. F. **Pré-melhoramento de *Eremanthus incanus*: germinação, teste de progênes em fase juvenil e divergência genética por meio de marcadores moleculares**. 2019. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina MG, 2019.
- HACKBART, V.C.S.; CORDAZZO, C.V. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 61-65, 2003.
- LAVIOLA, B. G.; BARBOSA, R. T.; BHERING, L. L.; KOBAYASHI, A. K.; RESENDE, M. D. V. Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 10, p. 1117-1123, 2010.
- LIMA, Y. B. C.; DURIGAN, G.; SOUZA, F.M. Germinação de 15 Espécies Vegetais Do Cerrado Sob Diferentes Condições de Luz. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1864–1872, 2014.
- LLOYD, D. G. Sexual strategies in plants. I. An hypothesis of a serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. **New Phytologist**, Lancaster, v. 86, n. 1, p. 68-79. 1980.
- MACHADO, L. L.; RAMOS, M. L. G.; CALDAS, L. S.; VIVALDI, L. J. Selection of parents and clones of mangabeira for in vitro cultivation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.431-435, 2004.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; CABRAL, C. M.; LARA, R. O.; AMARAL, C. S. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v.11, n. 2, p.139-147, 2012.

MARZINEK, J. **Aspectos estruturais de órgãos reprodutivos de seis espécies de Eupatorieae (Asteraceae), com ênfase na ontogênese das cipsela e sementes**. 2008. PhD Thesis, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil, 2008.

MEIRA JUNIOR, M. S.; MACHADO, E. L. M.; PEREIRA, I. M.; MOTA, S. da L. L. Distribuição Espacial de *Eremanthus incanus* (Less). (Asteraceae) em duas áreas com diferentes níveis de conservação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 27-31, 2017.

MELO, L. A.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F. Metodologia para resgate de matrizes e enraizamento de estacas de *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 631-638, 2012.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; GONÇALVES, J. F.; ROCHA, F. M. Meio de cultura, reguladores de crescimento e formas de vedação de tubos de ensaio na multiplicação in vitro de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44; n. 112, p. 1009–1018, 2016.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; SANTOS, M. M.; OLIVEIRA, R. N. Antioxidants, sucrose and agar in the *in vitro* multiplication of *Eremanthus incanus*. **Floresta**, Curitiba, v. 48; n. 3, p. 311-320, 2018.

MIRANDA, N. A.; TITON, M.; PEREIRA, I. M.; FERNANDES, J. S. C.; SANTOS, M. M. Estabelecimento *in vitro* de *Eremanthus incanus*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39; e201701525, 2019.

MORAIS, W. W. C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M. A.; ARAÚJO, M. M. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 23-28, 2012.

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; AGUIAR, A. V.; SOBIERAJSKI, G. R. Variabilidade entre procedências e progenies de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 97, n. 41, p. 103-112, 2013.

NERY, M. C., DAVIDE, A. C., SILVA, E. A. A., SOARES, G. C. M.; NERY, F. C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 477–483, 2014.

OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; BRUNO, R. L. A. Emergência de plântulas de *Copernicia hospita* Martius em função do tamanho da semente, do substrato e ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 281-287, 2009.

OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M.; LIMA, R. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2011.

OLIVEIRA, M. D. S. D.; MOURA, E. F. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p.1173-1179, 2010.

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2018. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 2 abr. 2020.

SANTANA, D. G.; ANASTÁCIO, M. R.; LIMA, J. A.; MATTOS, M. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes**, Curitiba, v. 32, n. 3, p. 134-140, 2010.

SANTOS, A. M; ROSADO, S. C. S.; OLIVEIRA, A. N. Estimation of genetic parameters and verification of early selection efficiency in baru (*Dipteryx alata*). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 238-243, 2014.

SANTOS, L.; OLIVEIRA, M.; NOGUEIRA, G.; PEREIRA, I.; SILVA, M. Idade relativa e tempo de passagem para *Eremanthus incanus* (Less.) Less em uma área de recuperação no município de Diamantina, MG. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 24, e20150262, 2017.

SANTOS, L. G. **Modelagem do crescimento de *Eremanthus incanus* (Less.) Less**. 2019. 172 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina MG, 2019.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; DAVIDE, A. C. **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012. 329p.

SEVERINO, L. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Emergência da plântula e germinação de semente de mamona plantada em diferentes posições. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2004.

SILVA, L. E. **Variabilidade e estimação de parâmetros genéticos via modelos mistos em Canafístula**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2015.

SOARES, B. C.; SANTOS, P. H. R.; SILVA, F. H. L. E.; ESTEVES, E. A.; TITON, M.; FERNANDES, J. S. C. Repeatability of physical and chemical characteristics in pequi fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 2, p. 1-12, 2017.

SOUZA, P. F.; SANTANA, R. C.; FERNANDES, J. S. C.; OLIVEIRA, L. F. R.; MACHADO, E. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, M. L. R. Germinação e Crescimento Inicial Entre Matrizes de Duas Espécies do Gênero *Hymenaea*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 532-540, 2015.

VELTEN, S. B.; GARCIA, Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 19, n. 4, p. 753-761, 2005.

VENTURIN, N.; SOUZA, P. A.; MACEDO, R. L. G.; NOGUEIRA, F. D. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 211-219, 2005.

VIEIRA, F. A.; FAJARDO, C. G.; CARVALHO, D. Floral biology of candeia (*Eremanthus erythropappus*, Asteraceae). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, p. 477-481, 2012.

WERPACHOWSKI, J. S., VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Ocorrência de apomixia e partenocarpia em algumas espécies subtropicais de Asteraceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p.607-613, 2004.

YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. **Forest conservation genetics**. CSIRO Plant Industry, Centre for Plant Biodiversity, Melbone, Australia, p.197-213, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho contribuíram substancialmente para a caracterização das árvores matrizes selecionadas em uma população de *Eremanthus incanus*, na região de Diamantina/MG. Os efeitos de matrizes foram significativos para os caracteres estudados, o que possibilita estabelecer estratégias para seleção de materiais genéticos superiores e estudar a melhor maneira de propagá-los. Pensando na propagação sexuada da candeia, áreas produtoras de sementes devem ser planejadas e implantadas, visando facilitar o processo de coleta e atender a demanda de sementes em quantidade e qualidade genética.

Além da instalação de pomares de sementes melhoradas é necessário, também, iniciar o processo de clonagem da espécie, a fim de trazer em curto prazo, ganho genético máximo e melhorar a qualidade dos povoamentos a serem implantados. Para isso, o resgate de árvores superiores e a multiplicação vegetativa devem ser incentivados em futuros trabalhos.

Dessa forma, os resultados encontrados neste estudo são promissores e abrem caminho para pesquisas adicionais que poderão contribuir para o estabelecimento de estratégias racionais para a conservação da candeia e, conseqüentemente, para o progresso e consolidação do seu melhoramento genético.

